

## Escalation of Human Resource Quality in National Health Resilience Through Estimating Multilevel Model Parameters with the Restricted Maximum Likelihood Approach to The 2019 UTBK Average

**Eskalasi Kualitas Sumber Daya Manusia dalam Resiliensi Kesehatan Nasional melalui Estimasi Parameter Model Multilevel dengan Pendekatan *Restricted Maximum Likelihood* pada Rataan UTBK 2019**

Dhita Hartanti Octavia<sup>1</sup>, Muhammad Ridzky Davala<sup>2</sup>, Nurul Mutiara Annisa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Statistika, FMIPA-Universitas Hasanuddin

Email: <sup>1</sup>dhitaoctv@gmail.com, <sup>2</sup>davalaikki@gmail.com, <sup>3</sup>nurulmutiarannisa@gmail.com

### Abstract

Multilevel modeling or Hierarchical Linear Modeling (HLM) is a statistical approach specifically used to analyze data with a two-level structure. This approach allows an understanding of the contribution of factors at both the individual and group levels to the response variable. One method commonly used in HLM is Restricted Maximum Likelihood (REML). REML is a parameter estimation method that is often applied in statistical models, especially linear models that incorporate random components. This allows more efficient parameter assessment compared to conventional estimation methods. In this research, multilevel model parameter estimation analysis was carried out using the limited maximum likelihood approach. The aim is to determine the multilevel linear regression model on the average UTBK score for health cluster study programs in 2019. This involves selecting the optimal node point based on the minimum Generalized Cross Validation (GCV) and identifying the factors that influence it. Predictor variables considered include interest and capacity of study programs at university level (Level-1), as well as the average UNBK and HDI scores at provincial level (Level-2). The findings of this research indicate that the most appropriate multilevel regression model is formed with three nodes with a minimum GCV value at Level-1 of 864.6593 and at Level-2 of 3.1816. At Level-1, the influencing factor is the interest variable and at Level-2 is the average provincial UNBK score in 2019 and the Human Development Index (HDI).

**Keywords:** GCV, Multilevel Model, Restricted Maximum Likelihood, UTBK scores.

### Abstrak

Pemodelan bertingkat atau *Hierarchical Linear Modeling* (HLM) merupakan pendekatan statistik yang khusus digunakan untuk menganalisis data dengan struktur dua tingkat. Pendekatan ini



## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

### Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa

memungkinkan pemahaman tentang kontribusi faktor-faktor baik di tingkat individu maupun kelompok terhadap variabel respon. Salah satu metode yang umum digunakan dalam HLM adalah *Restricted Maximum Likelihood* (REML). REML merupakan metode estimasi parameter yang sering diterapkan dalam model statistik, khususnya model linier yang menggabungkan komponen acak. Hal ini memungkinkan penilaian parameter yang lebih efisien dibandingkan dengan metode estimasi konvensional. Dalam penelitian ini dilakukan analisis estimasi parameter model bertingkat dengan menggunakan pendekatan *limited maximum Likelihood*. Tujuannya untuk mengetahui model regresi linier berjenjang terhadap rata-rata nilai UTBK prodi klaster kesehatan tahun 2019. Hal ini melibatkan pemilihan titik simpul optimal berdasarkan *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum dan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya. Variabel prediktor yang dipertimbangkan antara lain peminat dan daya tampung program studi di tingkat universitas (Level-1), serta rata-rata nilai UNBK dan IPM tingkat provinsi (Level-2). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa model regresi bertingkat yang paling sesuai dibentuk dengan tiga titik simpul dengan nilai GCV minimum pada Level-1 sebesar 864.6593 dan pada Level-2 sebesar 3.1816. Pada Level-1, faktor yang berpengaruh adalah variabel peminat dan pada Level-2 adalah rata-rata nilai UNBK provinsi tahun 2019 dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

**Kata kunci:** GCV, Model Multilevel, *Restricted Maximum Likelihood*, Nilai UTBK.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sumber daya manusia (SDM) merupakan individu yang berperan sebagai elemen produktif dalam suatu entitas dan dianggap perlu mendapatkan pelatihan dan pengembangan untuk meningkatkan kemampuannya [19]. Diperlukan berbagai langkah untuk mencapai kualitas SDM yang diinginkan dan pendidikan merupakan salah satu langkah kunci untuk mewujudkan tujuan tersebut [18]. Pendidikan merupakan elemen esensial bagi negara dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, pelestarian nilai budaya, dan peningkatan kualitas kehidupan yang lebih baik [14]. Eskalasi kualitas SDM tidak jauh-jauh dari upaya mengemban pendidikan tinggi. Pendidikan tinggi merupakan entitas strategis yang berperan penting dalam menghasilkan generasi muda berkualitas, responsif, unggul, dan berdaya saing [7]. Salah satu jalur untuk melanjutkan Pendidikan tinggi adalah Ujian Tulis Berbasis Komputer (UTBK). UTBK memiliki peranan sentral dalam mengevaluasi prospek keberhasilan calon mahasiswa dalam memasuki program studi yang dipilihnya [16]. Program studi merupakan unit akademik perguruan tinggi yang menawarkan kurikulum dan pelatihan khusus dalam bidang studi tertentu termasuk kesehatan.

Urgensi dari program studi rumpun kesehatan ada karena diperlukan peran dalam menjaga kesehatan masyarakat, penanggulangan penyakit menular dan tidak menular, serta respons terhadap situasi darurat kesehatan. Indonesia memerlukan tenaga kesehatan yang terlatih dan berkualitas. Dalam resiliensi kesehatan nasional, nilai UTBK dapat digunakan sebagai indikator pengukuran kemampuan dan kualitas calon tenaga kesehatan masa depan. Oleh karena itu, untuk mendukung eskalasi kualitas sumber daya manusia dalam resiliensi kesehatan nasional, akan dilakukan analisis estimasi parameter model multilevel dengan pendekatan *restricted maximum likelihood* pada rataan UTBK rumpun prodi kesehatan tahun 2019. Model multilevel atau *Hierarchical Linear Modeling* (HLM) merupakan pendekatan statistik yang secara khusus digunakan untuk menganalisis data dengan dua tingkat struktur. Pendekatan multilevel sering diterapkan dalam konteks pendidikan, sosial, dan kesehatan, terutama ketika menganalisis data populasi yang memiliki hierarki atau struktur bertingkat [13]. Tingkat pertama pada model ini mencakup data individu dan tingkat kedua mencakup data kelompok, sehingga memungkinkan untuk memahami kontribusi faktor pada tingkat individu dan kelompok terhadap variabel respon. Hal ini akan memberikan wawasan lebih dalam terhadap

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

### Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa

analisis data berstruktur kompleks [20]. Salah satu metode yang sering digunakan dalam HLM adalah *Restricted Maximum Likelihood* (REML).

REML adalah sebuah metode estimasi parameter dalam model statistik, utamanya dalam model linear yang mengandung komponen acak [12], [11]. REML memungkinkan penilaian parameter yang lebih efisien daripada metode estimasi biasa [10]. Metode ini akan digunakan untuk memperkirakan parameter-parameter model yang berpengaruh terhadap rata-rata nilai UTBK prodi rumpun kesehatan tahun 2019, termasuk komponen acak yang menggambarkan variasi dalam data yang disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak dapat diprediksi. Variabel prediktor yang akan dianalisis dengan metode ini adalah peminat dan daya tampung program studi sebagai variabel  $X_1$  dan  $X_2$  yang berkelompok di tingkat universitas, serta rata-rata nilai Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebagai variabel  $Z_1$  dan  $Z_2$  yang berkelompok di tingkat provinsi. Metode ini digunakan karena sesuai dengan kondisi data yang hierarkis dan berpola dalam pengelompokannya (*cluster*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun dan mengestimasi model regresi linear multilevel yang dapat menjelaskan variasi nilai rata-rata UTBK program studi rumpun kesehatan tahun 2019, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tersebut. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat menjadi acuan para pemangku kepentingan dalam mengembangkan strategi kebijakan yang tepat dalam resiliensi kesehatan nasional

### 1.2. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan teknik statistika untuk menunjukkan hubungan antara satu variabel respon dan satu atau lebih variabel prediktor. Dalam proses ini, analisis regresi juga memungkinkan untuk mengidentifikasi variabel prediktor yang memberikan pengaruh regresi pada variabel respon, mengukur besaran dampak dari setiap variabel predictor, dan menemukan variabel prediktor yang berpengaruh besar pada variabel respon. Berikut ini adalah bentuk umum regresi sederhana [21]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + e \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan 1, dapat diketahui Y sebagai variabel respon dan X sebagai nilai dari variabel prediktor. Kemudian, diberikan  $\beta_0$  sebagai parameter *intercept* dan  $\beta_1$  sebagai koefisien *slope*, serta  $\varepsilon$  menyatakan error dalam asumsi IIDN (identik, independen, dan berdistribusi normal).

### 1.3. Struktur Data Model Hierarki

Jenis data yang terdiri dari unit yang diamati di tingkat yang lebih tinggi atau berkelompok dikenal sebagai data hierarki. Data ini juga disebut sebagai data multilevel atau kelompok-kelompok [3]. Variabel respon pada struktur hierarki atau berjenjang ini akan diukur pada level-1 atau pada level terendah saja, sedangkan pada variabel prediktor, akan diukur pada level-1 atau pada level yang lebih tinggi [4]. Persamaan regresi dalam struktur ini akan disusun secara terpisah pada setiap level. Untuk melakukan prediksi terhadap variabel respon (Y), penggunaan variabel prediktor (X) menjadi suatu praktik yang umum. Apabila dataset yang dihadapi memiliki struktur hierarki atau hierarki dua tingkat, maka perlu mempertimbangkan langkah-langkah berikut.

- a. Terdapat  $m$  kelompok dengan jumlah pengamatan  $n_1, n_2$ , dan seterusnya yang berbeda pada setiap kelompok.
- b. Variabel respon (Y) hanya diamati pada tingkat pertama (level-1).
- c. Pada tingkat kedua (level-2), terdapat variabel prediktor yang terdiri dari dua tingkat:
  - Level-1: Variabel prediktor  $X_1$  hingga  $X_p$ .
  - Level-2: Variabel prediktor  $Z_1$  hingga  $Z_q$ .

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

#### 1.4. Model Linier Hierarki (*Hierarchical Linier Model*)

Model linear hirarki disebut juga sebagai model koefisien acak, model linear multilevel, model komponen kovarian, dan model takseimbang dengan efek acak tersembunyi, adalah model linear yang melibatkan variabel respon yang dipengaruhi oleh kedua variabel tetap (tetap) dan acak. Menurut definisi model ini, istilah HLM mewakili dua komponen. Pertama, data yang cocok untuk model ini memiliki struktur hierarki, dengan unit pada level pertama tertanam dalam unit pada level kedua, dan seterusnya. Kedua, struktur hierarki ditampilkan oleh parameter model [17].

#### 1.5. Model Linier Hierarki 2 Level

Pada tahap ini, sebuah model linier hierarki dua tingkat yang umum dibentuk. Model yang menggabungkan tingkat pertama dan kedua ini dapat dianggap sebagai model linier campuran yang melibatkan koefisien regresi yang konstan dan bervariasi. Variabel prediktor didefinisikan pada tingkat individu dan pada tingkat kelompok dalam kerangka kerja dari model regresi linier dua tingkat ini.

##### 1) Model Level-1

Pada tingkat pertama (individu), outputnya adalah  $y_{ij}$  untuk individu  $i$  dalam kelompok  $j$  ( $i = 1, \dots, n_j; j = 1, \dots, m$ ), yang bervariasi sebagai akibat dari karakteristik individu  $X_{ij}$ , serta kesalahan acak  $\varepsilon_{ij}$  sesuai dengan model regresi linier. Suatu bentuk umum dari model tingkat satu adalah seperti yang dijabarkan sebagai berikut [6].

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

dengan,

$Y_{ij}$  = variabel respon level-1 untuk individu  $i$  dalam kelompok  $j$

$\beta_{0j}$  = intercept level-1 untuk kelompok  $j$

$\beta_{1j}$  = koefisien regresi untuk level-1 kelompok  $j$

$X_{ij}$  = variabel predictor level-1 untuk individu  $i$  dalam kelompok  $j$

$\varepsilon_{ij}$  = *error* level-1 untuk individu  $i$  dalam kelompok  $j$

##### 2) Model Level-2

Pada tingkat kedua (kelompok), setiap koefisien regresi,  $\beta_{0j}$ , yang didefinisikan oleh model satu tingkat, menjadi variabel yang akan diprediksi oleh karakteristik tingkat kelompok. Dengan demikian, bentuk umum dari model tingkat dua adalah sebagai berikut [6].

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_{ij} + u_{0j} \quad (3)$$

dengan,

$\beta_{0j}$  = peubah respon level-2 untuk kelompok  $j$

$\gamma_{00}$  = intercept level-2

$\gamma_{01}$  = koefisien regresi level-2

$Z_{ij}$  = peubah predictor level-2 untuk individu  $i$  dalam kelompok  $j$

$u_{0j}$  = *error* level-2 untuk kelompok  $j$

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa

Persamaan yang terdapat pada level-1 dan level-2 digabungkan untuk satu prediktor yang berlaku baik pada level-1 maupun level-2, sehingga membentuk persamaan berikut.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_j + \beta_1 X_{ij} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$[\gamma_{00} + \gamma_{01}Z_j + \beta_1 X_{ij}]$  merupakan bagian *fixed effect* dan  $[u_{0j} + \varepsilon_{ij}]$  merupakan *random effect* [6]. Diasumsikan bahwa distribusi mengikuti pola normal dengan persyaratan berikut.

- a. Rata-rata = 0, maka  $E(u_{0j}) = E(\varepsilon_{ij}) = 0$
- b. Ragam *error* level-2 adalah  $Var(u_{0j}) = \sigma_{u0}^2$  dan pada level-1 *error* adalah  $Var(\varepsilon_{ij}) = \sigma_e^2$

### 1.6. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder nilai *passing grade* UTBK tahun 2019 dari 500 jurusan teratas bidang sains dan teknologi (saintek) yang berisi nilai minimum, rerata, simpangan baku, dan nilai maksimum yang bersumber dari laman *kaggle.com*. Unit analisis penelitian level-1 adalah 118 jurusan rumpun kesehatan yang ada di Indonesia hasil partisi data *passing grade*. Data sekunder yang lain bersumber dari laman *tirto.id*, *winmahdi.com*, *katadata.co.id*, serta *bps.go.id*. Adapun unit analisis penelitian level-2 adalah 25 provinsi di Indonesia.

### 1.7. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian multilevel ini terdiri atas variabel respon dan prediktor. Dalam hal ini merupakan data multilevel sehingga variabel prediktor terbagi atas data level-1 dan data level-2 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Variabel Respon dan Prediktor Penelitian

Variabel	Keterangan
Rerata <i>passing grade</i> UTBK tahun 2019 rumpun kesehatan ( $Y$ )	Respon
Peminat ( $X_1$ ) Daya Tampung ( $X_2$ ).	Prediktor Level-Perguruan Tinggi
Rerata nilai UNBK provinsi tahun 2019 ( $Z_1$ ) Indeks Pembangunan Manusia (IPM) ( $Z_2$ )	Prediktor Level-Provinsi

### 1.8. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan bantuan *software* Rstudio pada penelitian ini dengan tahapan sebagai berikut.

1. Melakukan analisis secara deskriptif dan eksplorasi data menggunakan peta tematik.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

2. Membuat model regresi multilevel metode REML estimator *Spline Linear Truncated* dengan tahapan sebagai berikut.

a. Melakukan pemodelan regresi 2 level dengan membangun model intersep acak dengan variable prediktor level-1 dan model intersep acak dengan menambahkan variable prediktor level-2. Model ini digunakan untuk menentukan struktur efek tetap.

Level-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{q=1}^k \beta_{qj} X_{qij} + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

Level-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{p=1}^k \gamma_{01} Z_{1j} + u_{0j} \quad (6)$$

Model Gabungan:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^k \gamma_{01} Z_{1j} + \sum_{q=1}^k \beta_{qj} X_{qij} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (7)$$

b. Menyatakan fungsi regresi multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated*.

$$f(x_i) = \sum_{l=0}^q \beta_l x_i^l + \sum_{h=1}^r \beta_{q+h} (x_i - k_h)_+^q \quad (8)$$

c. Mengestimasi parameter regresi multilevel estimator *Spline Linear Truncated* dengan metode REML.

d. Melakukan estimasi parameter  $\beta$  dan  $u$  menggunakan metode REML dengan estimator *Spline Linear Truncated*.

3. Membuat model regresi multilevel pada nilai rerata *passing grade* UTBK tahun 2019 rumpun kesehatan dan provinsi dengan tahapan sebagai berikut.

a. Memodelkan data nilai *passing grade* UTBK tahun 2019 rumpun kesehatan dan provinsi dengan metode regresi multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated* pada 1, 2, hingga 3 titik knot.

b. Mengestimasi parameter untuk model multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated* pada level-1 (individu) dengan REML. Variabel respon yang digunakan adalah  $Y$ , sementara itu terdapat dua variabel prediktor, yaitu  $X_1$  dan  $X_2$ , sehingga model multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated* level-1:

$$\begin{aligned} \widehat{Y}_{ij} &= \widehat{\beta}_{0j} + \widehat{\beta}_{1j1} x_{1ij} + \widehat{\beta}_{1jp} (x_{1ij} - k_{1h})_+ + \widehat{\beta}_{2j1} x_{2ij} + \widehat{\beta}_{2jp} (x_{2ij} - k_{2h})_+ + e_{ij}; j \\ &= 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n; h = 1, 2, \dots, r; p = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (9)$$

c. Menaksir parameter untuk model multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated* pada level-2 (provinsi) dengan REML. Variabel respon yang digunakan  $\beta_{0j}$ , sedangkan variabel prediktornya yaitu  $Z_1$  dan  $Z_2$ , sehingga model multilevel dengan estimator *Spline Linear Truncated* level-2:

$$\widehat{\beta}_{0j} = \widehat{\gamma}_{01} + \widehat{\gamma}_{011} Z_{1j} + \widehat{\gamma}_{01p} (Z_{1j} - k_{4h})_+ + \widehat{\gamma}_{021} Z_{2j} + \widehat{\gamma}_{02p} (Z_{2j} - k_{4h})_+ + u_{0j} \quad (10)$$

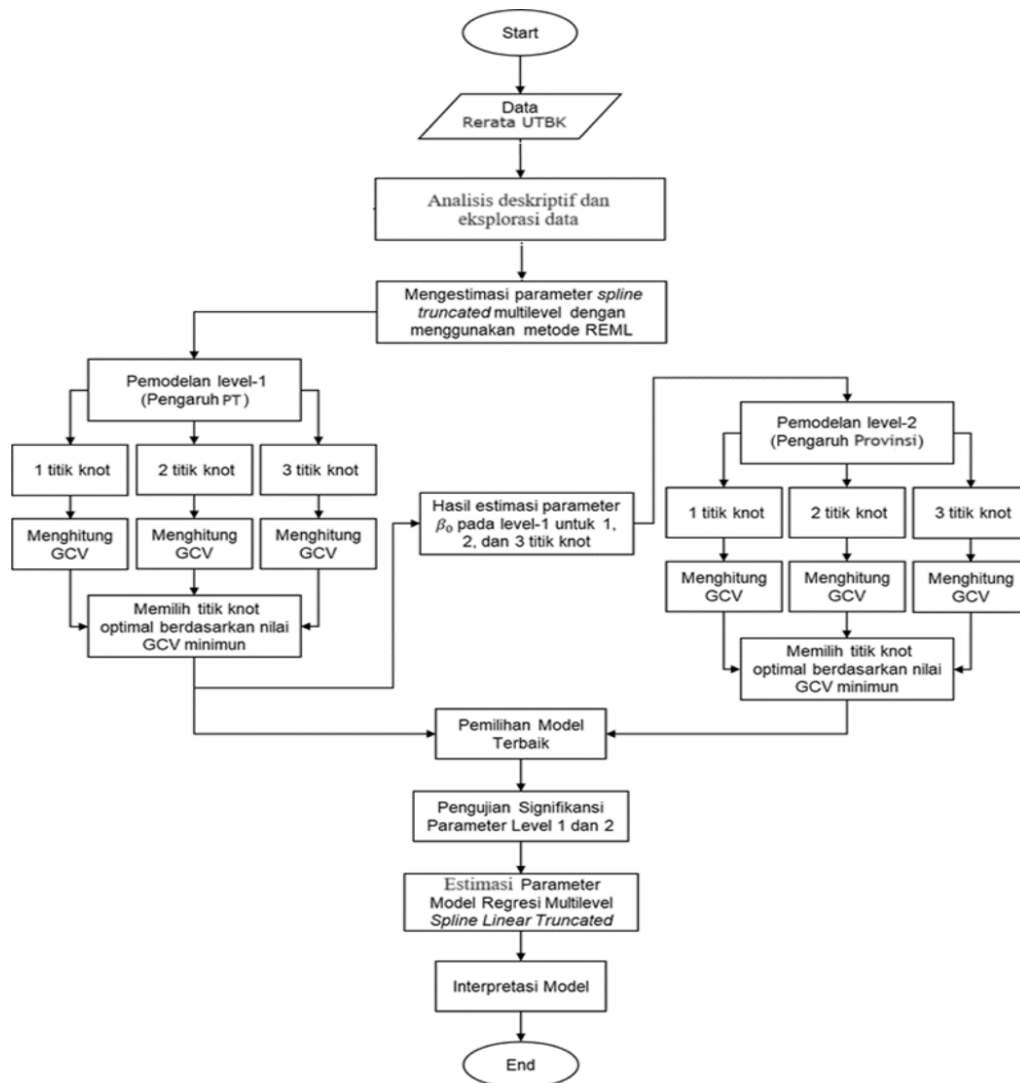
d. Dari model level-1 dan level-2 diperoleh model gabungan sebagai berikut.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

$$\hat{Y}_{ij} = \left[ \widehat{\gamma}_{01} + \widehat{\gamma}_{011}Z_{1j} + \widehat{\gamma}_{01h}(Z_{1j} - k_{4h})_+ + \widehat{\gamma}_{021}Z_{2j} + \widehat{\gamma}_{02h}(Z_{2j} - k_{4h})_+ \right. \\ \left. + \widehat{\beta}_{1j1}x_{1ij} + \widehat{\beta}_{1jh}(x_{1ij} - k_{1h})_+ + \widehat{\beta}_{2j1}x_{2ij} + \widehat{\beta}_{2jh}(x_{2ij} - k_{2h})_+ \right] \\ + [u_{0j} + e_{ij}] \quad (11)$$

4. Melakukan pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV.
5. Memodelkan rerata nilai *passing grade* UTBK tahun 2019 rumpun kesehatan terbaik berdasarkan GCV minimum.
6. Melakukan pengujian signifikansi parameter Level-1 dan 2
7. Mengestimasi parameter model regresi multilevel *Spline linear Truncated*
8. Menginterpretasi model rerata nilai *passing grade* UTBK tahun 2019 rumpun kesehatan.

### 1.9. Diagram Alir



**Gambar 1.** Diagram Alir

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

### Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa

Gambar 1 menunjukkan proses analisis, dimulai dengan pengumpulan data yang kemudian dianalisis secara deskriptif dan eksploratif untuk memahami karakteristik dasarnya. Selanjutnya, estimasi parameter *spline truncated multilevel* dilakukan. Pada tahap pemodelan level-1 yang mempertimbangkan pengaruh Perguruan Tinggi (PT), model dibuat dengan variasi 1, 2, dan 3 titik knot, di mana untuk setiap model, nilai GCV dihitung. Panah pertama dalam diagram menunjukkan bahwa setelah perhitungan GCV, titik knot yang menghasilkan nilai GCV terendah dipilih sebagai titik knot optimal. Proses serupa diterapkan pada pemodelan level-2 yang mempertimbangkan pengaruh provinsi, ditunjukkan oleh panah kedua yang mengarah ke pemilihan titik knot optimal berdasarkan GCV minimum. Setelah kedua level pemodelan selesai, model terbaik dipilih melalui perbandingan, diikuti oleh pengujian signifikansi parameter pada kedua level. Parameter akhir dari model regresi multilevel spline linear truncated kemudian diestimasi, dan hasilnya diinterpretasikan untuk mendapatkan kesimpulan.

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 2.1. Analisis Statistik Deskriptif

Hasil analisis statistik secara deskriptif baik untuk variabel respon maupun prediktor ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Statistik Deskriptif Data Penelitian

Variabel	Minimum	Standar Deviasi	Rerata	Maksimum
Nilai UTBK ( $Y$ )	595.7	31.4344	644.8	747.9
Peminat ( $X_1$ )	202.0	487.3627	1002.4	3334.0
Daya Tampung ( $X_2$ )	12.0	30.3626	57.14	180.00
UNBK ( $Z_1$ )	43.03	5.3842	50.57	65.35
IPM ( $Z_2$ )	60.84	3.5865	71.06	79.99

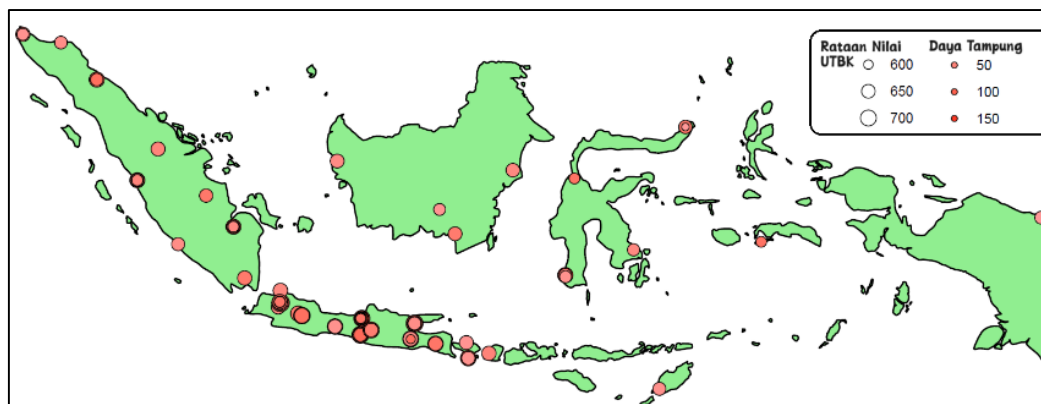
Berdasarkan Tabel 2, rerata nilai *passing grade* UTBK tertinggi rumpun kesehatan di Indonesia tahun 2019 sebesar 644.8 poin dengan nilai terendah di program studi Pendidikan Dokter Gigi Universitas Sam Ratulangi, sedangkan tertinggi di program studi Pendidikan Dokter Universitas Indonesia. Terkait peminatnya, peminat terbanyak di program studi Pendidikan Dokter Universitas Jember, sedangkan peminat paling sedikit di program studi Kesehatan Lingkungan Universitas Indonesia. Selanjutnya, program studi dengan daya tampung terbanyak adalah Pendidikan Dokter Universitas Hasanuddin, sedangkan paling sedikit di program studi Pendidikan Dokter Gigi Universitas Sam Ratulangi. Dalam hal nilai UNBK, provinsi dengan nilai rerata UNBK tertinggi adalah DI Yogyakarta, sedangkan terendah di Aceh. Adapun nilai IPM tertinggi juga di DI Yogyakarta, sedangkan terendah di Papua.

### 2.2. Eksplorasi Data

Berikut hasil eksplorasi yang dilakukan terhadap data rerata UTBK tertinggi rumpun kesehatan menggunakan peta tematik.



**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**



**Gambar 2.** Peta Sebaran Nilai Rerata UTBK Tahun 2019 Rumpun Kesehatan

Gambar 2 menunjukkan bahwa persebaran nilai rerata UTBK tertinggi rumpun kesehatan di Indonesia tahun 2019 sebagian besar terpusat di Pulau Jawa. Hal ini dapat diidentifikasi dari besar titik-titik yang mewakili tiap perguruan tinggi, dalam hal ini titik yang lebih besar mengindikasikan nilai rerata UTBK yang lebih tinggi terutama di Pulau Jawa. Adapun konsentrasi warna titik yang lebih gelap mengindikasikan daya tampung program studi yang lebih banyak.

### 2.3. Model Regresi Multilevel pada Data Rerata Nilai UTBK

Data Rerata UTBK tertinggi rumpun Kesehatan di Indonesia sebanyak 118 program studi dengan total 25 kelompok atau 25 provinsi, data tersebut akan dianalisis menggunakan regresi multilevel *Spline Linear Truncated* dengan satu sampai tiga titik knot untuk memperoleh model terbaik dari data tersebut.

#### 2.3.1. Pemilihan Titik Knot Optimum

Penggunaan titik knot dalam model regresi multilevel *Spline Linear Truncated* sangat penting karena pada titik knot tersebut menandakan bahwa terjadi pola perubahan perilaku fungsi pada suatu model. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memilih titik knot optimal model regresi multilevel *Spline Linear Truncated* adalah metode GCV (*Generalized Cross Validation*). Nilai GCV minimum dan titik knot optimum untuk setiap prediktor level-1 dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Titik Knot Optimum Level-1

Jumlah Knot	GCV	$X_1$		$X_2$			
1 Titik Knot	884.6482	841.18		46.28			
2 Titik Knot	882.7260	1032.94	1096.86	56.57	60		
3 Titik Knot	864.6593	1352.53	1672.12	1736.04	73.71	90.86	94.28

Tabel 3 menunjukkan nilai GCV minimum, yakni 884.6482 di lokasi 1 titik knot 841.18 pada variabel  $X_1$  dan 46.28 pada variabel  $X_2$ , 882.7260 di lokasi 2 titik knot 1032.94 dan 1096.86 pada variabel  $X_1$  serta 56.57 dan 60 pada variabel  $X_2$ , dan seterusnya. Nilai GCV digunakan untuk menilai seberapa baik model cocok dengan data. Nilai yang lebih rendah menunjukkan model yang lebih optimal. Adapun lokasi titik tiap variabel menandakan area di mana terjadi perubahan signifikan dalam hubungan antara variabel prediktor dan respon. Nilai GCV minimum dan lokasi titiknya untuk setiap prediktor level-2 dapat dilihat pada Tabel 4.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

**Tabel 4.** Titik Knot Optimum Level-2

Jumlah Knot	GCV	$Z_1$		$Z_2$			
1 Titik Knot	8.4337	58.97		74.52			
2 Titik Knot	4.3462	54.42	54.87	70.61	71.00		
3 Titik Knot	3.1816	52.60	54.42	54.87	68.66	70.61	71.00

Tabel 4 menunjukkan nilai GCV minimum, yakni 8.4337 di lokasi 1 titik knot 58.97 pada variabel  $Z_1$  dan 74.52 pada variabel  $Z_2$ , 4.3462 di lokasi 2 titik knot 54.42 dan 54.87 pada variabel  $Z_1$  serta 70.61 dan 71.00 pada variabel  $Z_2$ , dan seterusnya.

### 2.3.2. Pemilihan Model Terbaik

Setelah pemodelan regresi multilevel *Spline Linear Truncated* menggunakan satu hingga tiga titik knot beserta kombinasi knot, maka dapat dilihat perbandingan antara nilai GCV minimum setiap jumlah titik knot dalam penentuan model terbaiknya. Tabel 5 menunjukkan perbandingan nilai GCV satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot.

**Tabel 5.** Perbandingan Nilai GCV Titik Knot Optimum Level-1 dan Level-2

Level-Provinsi	Jumlah Titik Knot	GCV Minimum
Level-1 (Perguruan Tinggi)	Satu titik knot	884.6482
	Dua titik knot	882.7260
	<b>Tiga titik knot</b>	<b>864.6593</b>
Level-2 (Provinsi)	Satu titik knot	8.4337
	Dua titik knot	4.3462
	<b>Tiga titik knot</b>	<b>3.1816</b>

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum, yaitu pada model level-1 maupun level-2 dengan tiga titik knot, sehingga diperoleh kombinasi titik knot yang akan digunakan sebagai model terbaik regresi multilevel *Spline Linear Truncated*.

## 2.4. Pengujian Signifikansi Parameter Model

Uji signifikansi parameter model regresi multilevel dilakukan untuk mengetahui pengaruh signifikan tiap variabel prediktor terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun Kesehatan tahun 2019. Terdapat dua level dalam menguji signifikansi parameter.

### 2.4.1. Pengujian Signifikansi Parameter pada Level-1

Pengujian parameter pada level-1 ditujukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi multilevel *Spline Linear Truncated* level-1 dengan tiga titik knot. Hipotesis dalam pengujian parameter secara parsial sebagai berikut.

$H_0 : \beta_{ih} = 0$  (tidak terdapat pengaruh signifikan)

$H_1 : \beta_{ih} \neq 0$  (terdapat pengaruh signifikan),  $i = 1, 2, 3; h = 1, 2, 3$

**Tabel 6.** Uji Signifikansi Parameter Level-1

Variabel	Parameter	Koefisien	t hitung	p-value	Keputusan
----------	-----------	-----------	----------	---------	-----------

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

	$\beta_0$	629.1724	67.269	$2 \times 10^{-16}$	Tolak $H_0$
$X_1$	$\beta_{11}$	0.0044	0.386	0.7000	Terima $H_0$
	$\beta_{12}$	0.1871	3.253	0.0015	Tolak $H_0$
	$\beta_{13}$	-1.2532	-3.215	0.0017	Tolak $H_0$
	$\beta_{14}$	1.1005	2.992	0.0034	Tolak $H_0$
$X_2$	$\beta_{21}$	0.0717	0.356	0.7225	Terima $H_0$
	$\beta_{22}$	0.5510	0.456	0.6492	Terima $H_0$
	$\beta_{23}$	3.1658	0.471	0.6388	Terima $H_0$
	$\beta_{24}$	-3.9034	-0.657	0.5126	Terima $H_0$

Tabel 6 merupakan hasil pengujian parameter model. Jika  $p$ -value lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ , maka keputusannya adalah tolak  $H_0$ , begitu pun sebaliknya. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa terdapat empat parameter keputusan tolak  $H_0$  sehingga parameter tersebut signifikan terhadap model. Sedangkan, terdapat lima parameter lainnya yang memiliki  $p$ -value lebih dari  $\alpha$  sehingga keputusannya adalah terima  $H_0$ , yaitu parameter tersebut tidak signifikan terhadap model. Meskipun terdapat parameter yang tidak signifikan, variabel masih dapat digunakan karena minimal dalam satu variabel terdapat satu parameter yang signifikan. Oleh karena itu, variabel prediktor  $X_1$  memberikan pengaruh parsial yang signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun Kesehatan tahun 2019, sedangkan  $X_2$  tidak berpengaruh signifikan secara parsial.

#### 2.4.2. Pengujian Signifikansi Parameter pada Level-2

Tujuan dari pengujian ini sama seperti pengujian signifikansi parameter sebelumnya begitu pun dengan hipotesisnya, tetapi dalam hal ini dilakukan pada level-2. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 7.** Uji Signifikansi Parameter Level-2

Variabel	Parameter	Koefisien	t hitung	p-value	Keputusan
	$\beta_0$	-11.7503	-0.743	0.4685	Terima $H_0$
$Z_1$	$\beta_{11}$	-0.0072	-0.049	0.9616	Terima $H_0$
	$\beta_{12}$	5.4328	3.700	0.0019	Tolak $H_0$
	$\beta_{13}$	-38.5783	-5.848	$2.47 \times 10^{-5}$	Tolak $H_0$
	$\beta_{14}$	33.8494	6.288	$1.08 \times 10^{-5}$	Tolak $H_0$
$Z_2$	$\beta_{21}$	0.1980	0.824	0.4223	Terima $H_0$
	$\beta_{22}$	-4.5909	-3.789	0.0016	Tolak $H_0$
	$\beta_{23}$	22.1256	4.616	0.0003	Tolak $H_0$
	$\beta_{24}$	-17.0347	-4.364	0.0005	Tolak $H_0$

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian signifikansi parameter model pada level-2. Berdasarkan tabel, diketahui bahwa terdapat enam parameter keputusan menolak  $H_0$ , artinya parameter tersebut signifikan terhadap model. Sedangkan ada tiga parameter lainnya yang memiliki keputusan terima

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

$H_0$  sehingga parameter tersebut tidak signifikan terhadap model. Meskipun terdapat parameter yang tidak signifikan, variabel prediktor masih digunakan karena minimal dalam satu variabel terdapat satu parameter yang signifikan. Oleh karena itu, variabel prediktor  $Z_1$  dan  $Z_2$  memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun kesehatan tahun 2019.

### 2.5. Estimasi Parameter Model

Berdasarkan tabel sebelumnya, diperoleh parameter model regresi multilevel *spline linear truncated* dengan tiga titik knot pada level-1 sebagai berikut.

$$\widehat{Y}_{ij} = 629.1724 + 0.0044x_{1ij} + 0.1871(x_{1ij} - 1352.53)_+ - 1.2532(x_{1ij} - 1672.12)_+ \\ + 1.1005(x_{1ij} - 1736.04)_+ + 0.0717x_{2ij} + 0.5510(x_{2ij} - 73.71)_+ \\ + 3.1658(x_{2ij} - 90.86)_+ - 3.9034(x_{2ij} - 94.28)_+$$

Selain itu, diperoleh parameter model regresi multilevel *spline linear truncated* dengan tiga titik knot pada level-2 sebagai berikut.

$$\widehat{\beta}_{0j} = -11.7503 - 0.0072z_{1ij} + 5.4328(z_{1ij} - 52.60)_+ - 38.5783(z_{1ij} - 54.42)_+ \\ + 33.8494(z_{1ij} - 54.87)_+ + 0.1980z_{2ij} - 4.5909(z_{2ij} - 68.66)_+ \\ + 22.1256(z_{2ij} - 70.61)_+ - 17.0347(z_{2ij} - 71.00)_+$$

Sehingga hasil model linier hierarki gabungan level-1 dan level-2 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\widehat{Y}_{ij} = -11.7503 - 0.0072z_{1ij} + 5.4328(z_{1ij} - 52.60)_+ - 38.5783(z_{1ij} - 54.42)_+ \\ + 33.8494(z_{1ij} - 54.87)_+ + 0.1980z_{2ij} - 4.5909(z_{2ij} - 68.66)_+ \\ + 22.1256(z_{2ij} - 70.61)_+ - 17.0347(z_{2ij} - 71.00)_+ + 0.0044x_{1ij} \\ + 0.1871(x_{1ij} - 1352.53)_+ - 1.2532(x_{1ij} - 1672.12)_+ \\ + 1.1005(x_{1ij} - 1736.04)_+ + 0.0717x_{2ij} + 0.5510(x_{2ij} - 73.71)_+ \\ + 3.1658(x_{2ij} - 90.86)_+ - 3.9034(x_{2ij} - 94.28)_+$$

### 2.6. Interpretasi Model

Setelah itu, dilakukan interpretasi model dari regresi multilevel *spline linear truncated* terbaik yang ditunjukkan pada Persamaan sebelumnya dengan kombinasi titik knot yang telah diperoleh sebagai berikut.

1. Dengan asumsi variabel prediktor lainnya konstan, maka efek dari variabel  $X_1$  terhadap variabel respon dapat ditulis sebagai berikut.

$$\widehat{Y}_{ij} = 0.0044x_{1ij} + 0.1871(x_{1ij} - 1352.53)_+ - 1.2532(x_{1ij} - 1672.12)_+ \\ + 1.1005(x_{1ij} - 1736.04)_+ \\ f(x) = \begin{cases} 0.0044x_{1ij}, & x_{1ij} < 1352.53 \\ 0.1915x_{1ij} - 253.058, & 1352.53 \leq x_{1ij} < 1672.12 \\ -1.0617x_{1ij} + 1842.44, & 1672.12 \leq x_{1ij} < 1736.04 \\ 0.0388x_{1ij} - 68.0696, & x_{1ij} \geq 1736.04 \end{cases}$$

Jika suatu program studi dengan peminat di UTBK kurang dari 1353 orang, maka kenaikan satu satuan jumlah peminat UTBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun Kesehatan naik sebesar 0.0044. Selanjutnya, untuk program studi dengan peminat di UTBK diantara 1353 hingga 1673 orang, maka kenaikan satu satuan jumlah peminat program studi di UTBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun Kesehatan naik sebesar 0.1915. Selanjutnya,

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

untuk program studi dengan peminat di UTBK diantara 1673 hingga 1737 orang, maka kenaikan satu satuan jumlah peminat program studi di UTBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan turun sebesar 1.0617. Lainnya, untuk program studi dengan peminat di UTBK lebih dari 1737 orang, maka kenaikan satu satuan jumlah peminat program studi di UTBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 0.0388.

2. Dengan asumsi variabel prediktor lainnya konstan, maka efek dari variabel  $Z_1$  terhadap variabel respon dapat ditulis sebagai berikut.

$$\widehat{Y}_{ij} = -0.0072z_{1ij} + 5.4328(z_{1ij} - 52.60)_+ - 38.5783(z_{1ij} - 54.42)_+ + 33.8494(z_{1ij} - 54.87)_+$$

$$f(x) = \begin{cases} -0.0072z_{1ij}, & z_{1ij} < 52.60 \\ 5.4256z_{1ij} - 285.765, & 52.60 \leq z_{1ij} < 54.42 \\ -33.1527z_{1ij} + 1813.67, & 54.42 \leq z_{1ij} < 54.87 \\ 0.6967z_{1ij} - 43.6508, & z_{1ij} \geq 54.87 \end{cases}$$

Jika suatu provinsi dengan rerata nilai UNBK kurang dari 52.60, maka kenaikan satu satuan rerata nilai UNBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan turun sebesar 0.0072. Selanjutnya, untuk provinsi dengan rerata nilai UNBK di antara 52.60 dan 54.42, maka kenaikan satu satuan rerata nilai UNBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 5.4256. Selanjutnya, untuk provinsi dengan rerata nilai UNBK di antara 54.42 dan 54.87, maka kenaikan satu satuan rerata nilai UNBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan turun sebesar -33.1527. Lainnya, untuk provinsi dengan rerata nilai UNBK lebih dari 54.87, maka kenaikan satu satuan rerata nilai UNBK akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 0.6967.

3. Dengan asumsi variabel prediktor lainnya konstan, maka efek dari variabel  $Z_1$  terhadap variabel respon dapat ditulis sebagai berikut.

$$\widehat{Y}_{ij} = 0.1980z_{2ij} - 4.5909(z_{2ij} - 68.66)_+ + 22.1256(z_{2ij} - 70.61)_+ - 17.0347(z_{2ij} - 71.00)_+$$

$$(x) = \begin{cases} 0.1980z_{2ij}, & z_{2ij} < 68.66 \\ -4.3929z_{2ij} + 315.211, & 68.66 \leq z_{2ij} < 70.61 \\ 17.7327z_{2ij} - 1247.08, & 70.61 \leq z_{2ij} < 71.00 \\ 0.698z_{2ij} - 37.6137, & z_{2ij} \geq 71.00 \end{cases}$$

Jika suatu provinsi dengan nilai IPM kurang dari 68.66, maka kenaikan satu satuan nilai IPM akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 0.1980. Selanjutnya, untuk provinsi dengan nilai IPM kurang 68.66 hingga 70.61, maka kenaikan satu satuan nilai IPM akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan turun sebesar 4.3929. Selanjutnya, provinsi dengan nilai IPM antara 70.61 hingga 71.00, maka kenaikan satu satuan nilai IPM akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 17.7327. Lainnya, untuk provinsi dengan nilai IPM lebih dari 71.00, maka kenaikan satu satuan nilai IPM akan menyebabkan rerata nilai passing grade UTBK rumpun kesehatan naik sebesar 0.698.

### 2.7. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa Peminat ( $X_1$ ) berpengaruh signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun Kesehatan tahun 2019. Tingginya peminat terhadap program studi rumpun kesehatan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor keluarga dan sosial [8]. Tidak hanya itu, jurusan kesehatan juga memiliki reputasi baik dan prospek kerja yang menjanjikan. Dalam penelitian [5] dan [15] disebutkan bahwa prodi rumpun kesehatan seperti psikologi, farmasi,

## **JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**

**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

Pendidikan Dokter dan Ilmu Gizi menjadi jurusan favorit karena prospek kerja dan minat calon mahasiswa. Ketertarikan yang tinggi terhadap bidang kesehatan umumnya menarik siswa-siswi dengan kemampuan akademik yang mumpuni. Hal ini akan secara alami meningkatkan rata-rata nilai UTBK rumpun kesehatan.

Hasil analisis selanjutnya menunjukkan Daya Tampung ( $X_2$ ) tidak berpengaruh signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun Kesehatan tahun 2019. Hal ini dikarenakan nilai UTBK digunakan sebagai patokan utama dalam proses seleksi. Nilai UTBK dari setiap peserta diurutkan berdasarkan jurusan dan PTN yang dipilih, dan kemudian peserta dengan nilai terbaik yang sesuai dengan kuota (daya tampung) yang tersedia akan diterima [2]. Hal ini berarti bahwa meskipun daya tampung berbeda-beda antar jurusan dan PTN, nilai UTBK tetap menjadi patokan utama dalam proses seleksi, sehingga rerata UTBK tidak dipengaruhi oleh daya tampung.

Hasil selanjutnya yakni variabel UNBK ( $Z_1$ ) berpengaruh signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun Kesehatan tahun 2019. Hasil ini sejalan dengan pernyataan bahwa nilai UNBK digunakan sebagai umpan balik peningkatan mutu pembelajaran di kelas. Hasil UNBK dijadikan sebagai dasar untuk pemetaan mutu program dan/atau Satuan Pendidikan, pertimbangan seleksi masuk jenjang pendidikan berikutnya, dan pembinaan serta pemberian bantuan kepada Satuan Pendidikan dalam upayanya untuk meningkatkan mutu Pendidikan [9].

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa IPM ( $Z_2$ ) berpengaruh signifikan terhadap rerata nilai UTBK tertinggi rumpun kesehatan tahun 2019. Penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa lingkungan siswa memengaruhi kinerja akademik. Faktor di dalam dan luar sekolah, seperti gaya pengasuhan orang tua, karakteristik siswa, efektivitas penggunaan internet, efektivitas guru, motivasi belajar, dan pilihan karier terkait erat dengan komponen IPM [1]. Daerah dengan IPM tinggi cenderung memiliki sistem pendidikan yang lebih baik, termasuk kualitas pengajaran, fasilitas pendidikan, dan akses ke sumber daya pendidikan yang memadai sehingga membantu siswa mempersiapkan diri untuk UTBK. Selain itu, standar hidup yang lebih baik di daerah dengan IPM tinggi, termasuk akses terhadap kebutuhan dasar seperti air bersih, listrik, dan perumahan yang layak memungkinkan siswa lebih fokus belajar dan efektif. Akses yang lebih baik ke informasi dan teknologi serta lingkungan belajar yang mendukung, termasuk fasilitas belajar yang memadai seperti perpustakaan, laboratorium, dan ruang belajar yang nyaman juga lebih mungkin ditemukan di daerah dengan IPM tinggi. Dengan demikian, IPM yang tinggi mencerminkan berbagai faktor yang memengaruhi kualitas pendidikan dan performa akademis siswa dalam UTBK.

### **3. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh model regresi linear multilevel terbaik dibentuk dengan tiga titik knot dengan nilai GCV minimum pada Level-1 sebesar 864.6593 dan pada Level-2 sebesar 3.1816. Kemudian, ditemukan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata UTBK program studi rumpun kesehatan tahun 2019 pada level-1 atau level perguruan tinggi ialah variabel Peminat ( $X_1$ ). Program studi rumpun kesehatan memiliki reputasi dan prospek kerja yang baik sehingga menarik siswa-siswi dengan kemampuan akademik yang mumpuni dan meningkatkan rata-rata nilai UTBKnya. Pada level-2 atau level provinsi, faktor yang berpengaruh ialah rerata nilai UNBK tahun 2019 ( $Z_1$ ) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) ( $Z_2$ ). Nilai UNBK digunakan sebagai umpan balik peningkatan mutu pembelajaran yang juga berperan dalam mengukur tingkat pengetahuan siswa termasuk dalam persiapan UTBK. Kemudian, daerah dengan IPM tinggi cenderung memiliki sistem pendidikan yang lebih baik, kualitas pengajaran, fasilitas pendidikan, akses ke sumber daya pendidikan, standar hidup yang lebih baik, akses terhadap informasi dan teknologi, serta lingkungan belajar yang mendukung siswa lebih fokus dan efektif dalam mempersiapkan diri untuk UTBK.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Briones, S. K. F. dkk., 2022. Factors Affecting the Students' Scholastic Performance: A Survey Study. In *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, Vol. 2, No. 2, 97-102.
- [2] Destari, R.A., dkk, 2023. Evaluasi Kelayakan Peserta Ujian Tulis Berbasis Komputer di SMK Cerdas Murni. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol 5, No.1, 20-25.
- [3] Dewi, Anastia., 2008. *Estimasi Parameter*. FMIPA, Universitas Indonesia
- [4] Goldstein, H., 2011. *Multilevel Statistical Models*, Fourth edition. John Wiley & Sons Ltd., London
- [5] Hamzah, I. F., & Akbar, Z. Y., 2018. Mengapa Millenials Memilih Jurusan Psikologi Pengambilan Keputusan dalam Memilih Jurusan Psikologi. *SemNasPsi (Seminar Nasional Psikologi)*, Vol.1, No. 1, 113–120.
- [6] Hox, J.J., 2010. *Multilevel Analysis: Techniques and Applications*, Second Edition. Routledge, Great Britain.
- [7] Jainurakhma, J. dkk., 2023. *Manajemen Pendidikan Tinggi Pasca Pandemi*. Penerbit Buku Widina, Indonesia. <https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/559122-manajemen-pendidikan-tinggi-pasca-pandem-ec8f4379.pdf>. [10 September 2023]
- [8] Jannah, M., dkk., 2020. Gambaran faktor yang melatarbelakangi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia Angkatan 2017, 2018 dan 2019 Memilih Program Studi Pendidikan Dokter. *Molucca Medica*, Vol.13, No. 1, 38–47.
- [9] Kemendikbud., 2019. *Pemanfaatan Hasil Ujian Nasional untuk Meningkatkan Mutu Pendidikan*. Puslitjakbud, Jakarta.
- [10] Kuswanto, H. dkk., 2022. Multilevel Nonparametric Regression Model with Truncated Linear Spline Estimator on Students' National Examination Scores. In *International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR)*, Vol. 6, No. 2, 77-81.
- [11] Malik, M. A., & Michael, T., 2022. Restricted maximum-likelihood method for learning latent variance components in gene expression data with known and unknown confounders. *G3*, Vol. 12, No. 2, jkab410.
- [12] Meyer, K., 2023. Reducing computational demands of restricted maximum likelihood estimation with genomic relationship matrices. *Genetics Selection Evolution*, Vol 55, No1. 1-8.
- [13] Nufus, S. B. R., 2022. *Abstract Multilevel Regression Analysis with Maximum Likelihood Method (Case Study: Population Density of Sumatera Selatan Province in 2020)* [Skripsi]. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [14] Nur, F., & Kurniawati, A., 2022. Meninjau Permasalahan Rendahnya Kualitas Pendidikan Di Indonesia Dan Solusi. In *AoEJ: Academy of Education Journal*, Vol. 13, No. 1, 1-13.
- [15] Priyana, E., 2020. Analisis Kelayakan Pembukaan Prodi Baru Terintegrasi Kebutuhan Pasar di Lingkungan Gresik dengan Pendekatan Statistik. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 6, No. 2, 132–140.
- [16] Rahmi, N. dkk., 2023. Implementation of the Reasoning Training Program for Optimizing the UTBK Test at SMAN 1 Parepare. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, Vol. 4, No. 3, 701-707.
- [17] Raudenbush, S.W., dan Bryk, A.S., 2002. *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- [18] Sholihah, I., & Firdaus, Z., 2019. Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia melalui Pendidikan. In *Jurnal Al-Hikmah*, Vol. 7, No. 2, 33-46.
- [19] Susan, E., 2019. Manajemen Sumber Daya Manusia. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, Vol. 9, No. 2, 952-962.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Dhita Hartanti Octavia, Muhammad Ridzky Davala, Nurul Mutiara Annisa**

- [20] Widjanarko Otok, B., dan Vita Ratnasari, Ms., 2016. Estimasi Parameter Model Linier Hierarki dengan Pendekatan Generalized Least Square (Studi Kasus: Lingkar Perut pada Data Riskesdas dan Susenas Tahun 2013) [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [21] Yustika, D., & Sudarti, S., 2022. Analisis Regresi Linier Sederhana untuk Mengestimasi Pengaruh Kemampuan Self Regulated Learning terhadap Hasil Belajar Siswa menggunakan Model Pembelajaran Rasi. *Jurnal Pendidikan MIPA*, Vol. 12, No. 2, 294-297.