

# Analisis Hasil Ujian Nasional Sekolah Menengah Kejuruan di Kota Makassar Menggunakan Linear Mixed Model Regression

Iman Setiawan, Abdullah Pannu



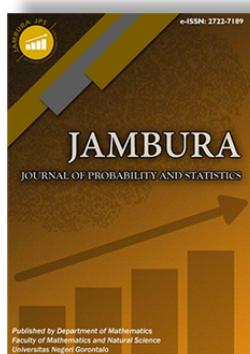
Volume 5, Issue 1, Pages 14–18, May 2024

Received 27 July 2023, Revised 30 May 2024, Accepted 04 June 2024, Published Online 04 June 2024

To Cite this Article : I. Setiawan, and A. Pannu, “Analisis Hasil Ujian Nasional Sekolah Menengah Kejuruan di Kota Makassar Menggunakan Linear Mixed Model Regression”, *Jambura J. Probab. Stat.*, vol. 5, no. 1, pp. 14–18, 2024, <https://doi.org/10.34312/jjps.v5i1.21287>

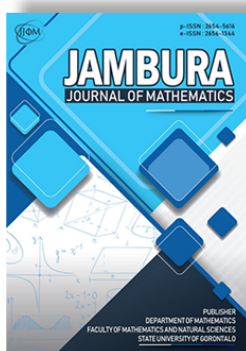
© 2024 by author(s)

## JOURNAL INFO • JAMBURA JOURNAL OF PROBABILITY AND STATISTICS



	Homepage	: <a href="https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/index">https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/index</a>
	Journal Abbreviation	: Jambura J. Probab. Stat.
	Frequency	: Biannual (May and November)
	Publication Language	: English (preferable), Indonesia
	DOI	: <a href="https://doi.org/10.37905/jjps">https://doi.org/10.37905/jjps</a>
	Online ISSN	: 2722-7189
	Editor-in-Chief	: Ismail Djakaria
	Publisher	: Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo
	Country	: Indonesia
	OAI Address	: <a href="http://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/oai">http://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/oai</a>
	Google Scholar ID	: kWdujzMAAAJ
	Email	: <a href="mailto:redaksi.jjps@ung.ac.id">redaksi.jjps@ung.ac.id</a>

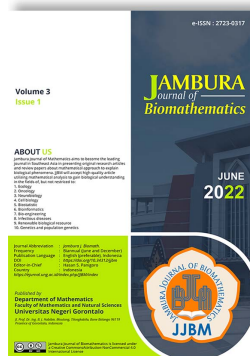
## JAMBURA JOURNAL • FIND OUR OTHER JOURNALS



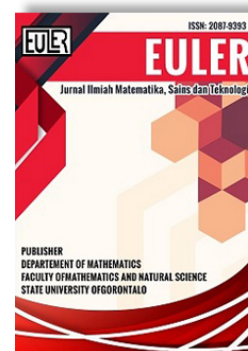
Jambura Journal of Mathematics



Jambura Journal of Mathematics Education



Jambura Journal of Biomathematics



EULER : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains, dan Teknologi



# Analisis Hasil Ujian Nasional Sekolah Menengah Kejuruan di Kota Makassar Menggunakan Linear Mixed Model Regression

Iman Setiawan<sup>1,\*</sup>, Abdullah Pannu<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

## ARTICLE HISTORY

Received 27 July 2023  
Revised 30 May 2024  
Accepted 04 June 2024  
Published 04 June 2024

## KATA KUNCI

Akreditasi;  
Linear Mixed Model;  
SMK; Ujian Nasional

## KEYWORDS

Accreditation;  
Linear Mixed Models;  
SMK;  
National Exam

**ABSTRAK.** Lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya Kota Makassar memiliki Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang tinggi dari pada jenjang pendidikan lainnya. Padahal, selama periode 2016-2020, berbagai kebijakan manajemen pendidikan seperti revitalisasi SMK, pengaturan rombongan belajar dan akreditasi Satuan Pendidikan SMK diselenggarakan untuk mendorong peningkatan kompetensi lulusan dan kualitas Pendidikan SMK. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pola hasil Ujian Nasional (UN) SMK di Kota Makassar pada tahun 2018-2020 dan apakah terdapat perbedaan pola hasil UN terhadap akreditasi SMK. Karena analisis dilakukan secara multi years, maka analisis dilakukan dengan menggunakan model Linear Mixed Model (LMM). Pemodelan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan 4 skema model. Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan hasil UN SMK Di Kota Makassar pada Tahun 2018-2020. Tahun 2018, 2019, dan 2020 masing-masing memiliki rerata 52.26, 50.33 dan 46.50. Jika dilihat berdasarkan akreditasi SMK, maka dapat diketahui bahwa penurunan hasil UN SMK hanya terjadi pada SMK yang tidak terakreditasi A. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan-kebijakan terkait peningkatan kompetensi lulusan dan kualitas pendidikan SMK khususnya di Kota Makassar tidak memberi dampak atau bahkan tidak dapat diimplementasikan dengan baik kepada SMK dengan akreditasi selain A.

**ABSTRACT.** Graduates of Vocational High Schools (SMK) in South Sulawesi Province, especially Makassar City, have a higher Open Unemployment Rate (TPT) than other levels of education. In fact, during the 2016-2020 period, various education management policies such as the revitalization of SMKs, the arrangement of study groups and the accreditation of SMK Education Units were held to encourage increased competence of graduates and the quality of SMK Education. The purpose of this study is to see how the pattern of National Examination (UN) results for SMKs in Makassar City in 2018-2020 and whether there are differences in the pattern of UN results for SMK accreditation. Because the analysis was carried out in multi years, the analysis was carried out using the Linear Mixed Model (LMM). Modeling is carried out in stages using 4 model schemes. This research shows that there has been a decrease in the SMK National Exam results in Makassar City in 2018-2020. In 2018, 2019 and 2020 each has an average of 52.26, 50.33 and 46.50. When viewed based on SMK accreditation, it can be seen that the decline in SMK National Examination results only occurs in SMKs that are not accredited A. This shows that policies related to increasing the competence of graduates and the quality of SMK education, especially in Makassar City, have no impact or even cannot be implemented properly for SMKs with accreditation other than A.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Editorial of JJPS: Department of Statistics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango 96554, Indonesia.

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan mutu dan pemerataan akses pendidikan akan mendorong pembangunan manusia sebagai kekayaan bangsa yang sesungguhnya. Peningkatan mutu pendidikan memerlukan langkah-langkah strategi yang dapat mengintegrasikan kebijakan-kebijakan berupa manajemen peserta didik untuk mendorong percepatan pemerataan akses pendidikan yang berkualitas dan berkeadilan. Manajemen peserta didik merupakan pengaturan kegiatan peserta didik untuk menunjang proses pembelajaran [1]. Peningkatan mutu dan pemerataan akses pendidikan akan mewujudkan era industri society 5.0 di Indonesia.

Untuk mewujudkan hal tersebut, negara menyiapkan sumber daya manusia yang agile terhadap dunia kerja khususnya industri melalui jenjang pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Berbagai kebijakan terkait manajemen peserta didik pada SMK mulai di berlakukan beberapa tahun terakhir antara lain diatur rasio jumlah peserta didik dalam satu rombongan belajar pada Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah dalam penerimaan peserta didik baru (PPDB) sejak tahun 2017 [2], Revitalisasi SMK pada Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 periode 2016-2020 [3], dan perubahan akreditasi SMK program keahlian menjadi satuan pendidikan pada Permendikbud Nomor

\*Corresponding Author.

13 Tahun 2018 sejak tahun 2019 [2]. Kebijakan-kebijakan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kompetensi dan kualitas pendidikan lulusan SMK.

Kompetensi lulusan SMK dapat diukur menggunakan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). TPT merupakan salah satu indikator untuk mengukur jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja. Di Sulawesi Selatan, selama tahun 2017-2020 lulusan SMK memiliki TPT lebih tinggi daripada jenjang pendidikan lain. Jika dilihat berdasarakan Kabupaten/Kota, TPT masyarakat Kota Makassar lebih tinggi dari pada Kabupaten/Kota lain [4–7]. Kompetensi keahlian lulusan SMK sangat variatif bergantung kepada Program Keahlian SMK yang dimiliki. Badan Akreditasi Nasional Sekolah/Madrasah (BAN-S/M) secara periodik melakukan akreditasi terhadap Program Keahlian SMK. Semakin tinggi peringkat akreditasi SMK tersebut diharapkan semakin kompetensi lulusan SMK yang dihasilkan [2].

Setiap tahun evaluasi hasil pembelajaran dilakukan pada siswa kelas XII. Salah satu evaluasi hasil pembelajaran yang dapat menjadi indikator kualitas pendidikan SMK adalah hasil Ujian Nasional (UN). Peningkatan kualitas pendidikan SMK dapat dimaknai sebagai peningkatan hasil Ujian Nasional (UN) dari tahun ke tahun [8]. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat menganalisis pola hasil ujian nasional SMK yang diamati secara berulang setiap tahun.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Linear Mixed Model (LMM). LMM merupakan pengembangan dari model regresi. LMM membagi model kedalam dua komponen, yaitu *fixed effects* dan *random effects*. Penanganan amatan berulang akan dilakukan dengan mengelompokkan amatan berulang kedalam komponen *random effects* sehingga diperoleh model dengan keragaman sisaan dan penduga parameter modsel minimum [9].

Penelitian terdahulu oleh Pannu, Wijayanto and Susetyo [10] menggunakan LMM pada dua peubah respon yaitu hasil UN dan nilai akreditasi SMK. Didapatkan bahwa hasil UN dan nilai akreditasi sekolah antara lain dipengaruhi oleh rasio jumlah siswa per rombongan belajar dan persentase jumlah guru bersertifikat. Didapatkan juga bahwa presentase kemiskinan juga mempengaruhi hasil UN dan nilai akreditasi sekolah. Penelitian terdahulu yang juga menggunakan linear mixed model adalah [11, 12]. [11] menemukan bahwa kualitas sekolah berpengaruh terhadap hasil ujian nasional sedangkan [12] menggunakan nilai Program for International Student Assessment (PISA) menemukan bahwa sekolah sebagai variabel acak berdampak signifikan terhadap nilai literasi membaca. Penelitian lain terkait kebijakan UN pada SMK oleh [13] dan [14]. [13] menemukan bahwa keberhasilan seorang peserta didik SMK tidak hanya ditentukan oleh berapa nilai-rata-rata hasil UN akan tetapi ditentukan juga oleh daya serap lulusan diterima di dunia industri. [14] menemukan bahwa perlu ada upaya memperbaiki pelaksanaan ujian nasional dalam hal perencanaan kebijakan, khususnya orientasi soal SMK yang lebih menekankan pada aspek psikomotorik dibandingkan aspek kognitif.

Banyaknya kebijakan manajemen pendidikan SMK yang diberlakukan selama masa 2016-2020. Kemudian, tingginya TPT dari masyarakat lulusan SMK khususnya di Kota Makassar. Maka dirasa perlu dilakukan analisis terkait bagaimana peningkatan kompetensi lulusan dan kualitas pendidikan SMK. Kompetensi

lulusan dilihat melalui Akreditasi SMK sedangkan kualitas pendidikan dilihat melalui hasil UN yang diamati secara berulang dari tahun ke tahun. Oleh karena hal tersebut, maka akan dilakukan analisis penanganan amatan berulang pada hasil ujian nasional menggunakan metode LMM di Kota Makassar. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) bagaimana pola hasil UN SMK di Kota Makassar pada tahun 2018-2020 dan 2) Apakah terdapat perbedaan pola hasil UN terhadap akreditasi SMK.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Linear Mixed Model

Pemodelan Linear Mixed Model (LMM) digunakan pada data yang diamati/diukur secara berulang atau periodik. Data yang diamati secara berulang membuat hasil amatan antar waktu menjadi tidak saling bebas karena bersumber dari orang yang sama. Apalagi kalau selang waktu pengamatan terlalu singkat/dekat. Adapun model umum persamaan LMM adalah sebagai berikut:

$$y = X\beta + Z\alpha, \epsilon \quad (1)$$

dimana:

$y$  = vektor variabel respon

$X$  = matrix variabel penjelas

$\beta$  = vektor koefisien regresi (*fixed effects*)

$Z$  = matrix variabel penjelas yang bersifat *random effects*

$\alpha$  = vektor *random effects*

$\epsilon$  = vektor galat

Konsep dari pemodelan LMM adalah menggabungkan parameter *fixed effects* dan *random effects*. Pada persamaan (1),  $X\beta$  merupakan komponen *fixed effects* yang diestimasi sedangkan  $Z\alpha$  dan  $\epsilon$  merupakan komponen *random effects* yang tidak diestimasi. Adapun penduga parameter  $\beta$  dengan menggunakan *Maximum Likelihood* (ML) adalah sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X'\hat{V}^{-1}X)^{-1}X'\hat{V}^{-1}y \quad (2)$$

dimana  $\hat{V} = V(\hat{\theta})$  merupakan komponen variansi dari model. Adapun contoh model LMM pada data longitudinal dengan *random effects* terdapat pada *intercept* adalah sebagai berikut [15]:

$$y_{ij} = X_i\beta + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad (3)$$

### 2.2. Likelihood Ratio Test

*Likelihood Ratio Test* (LRT) digunakan untuk membandingkan keragaman dari dua buah model. Adapun langkah-langkah LRT adalah sebagai berikut [15]:

Hipotesis  $H_0 : \sigma^2 = 0$

$H_1 : \sigma^2 \neq 0$

Statistik Uji:

$$R = \frac{L(\theta^{[1]}, \theta^{[2]})}{L(\hat{\theta})} \quad (4)$$

Kriteria uji:

Tolak  $H_0$  jika  $-2\log R \geq X_{(r,\alpha)}^2$  atau  $p - value < 0.05$

### 2.3. Uji-t

Uji-t digunakan untuk mengetahui apakah parameter model regresi yang dihasilkan berpengaruh nyata. Adapun Langkah-langkah uji-t adalah sebagai berikut [16]:

Hipotesis

$$H_0 : \hat{\beta}_i = 0$$

$$H_1 : \hat{\beta}_j \neq 0$$

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{B}_j}{StandardError(\hat{B}_j)} \tag{5}$$

Kriteria uji:

Tolak  $H_0$  jika  $t_{hitung} \geq T_{tabel(n-p-1,\alpha)}$  atau  $p - value < 0.05$

2.4. Analisis Data

Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder berupa rawdata indikator mutu pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di Kota Makassar yang diperoleh dari dapokemdikbud. Peubah-peubah yang digunakan berasal dari ringkasan BAN S/M tentang Akreditasi SMK 2021 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Peubah	Indikator	Jenis Data	Keterangan
1	Y	Rata-rata Nilai Ujian Nasional	Numerik	Respon
2	X1	Tahun Ajaran	Numerik	Penjelas
3	X2	Akreditasi	Kategorik	Penjelas
			0: Selain A 1: Akreditasi A	

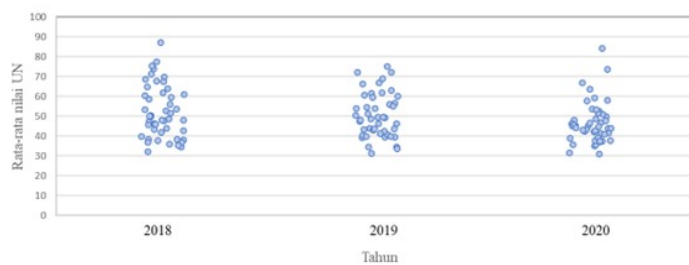
Analisis data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Eksplorasi Data. Eksplorasi data dilakukan dengan menggunakan scatter plot.
2. Melakukan pemodelan LMM. Pemodelan LMM dilakukan secara bertahap dengan menggunakan skema 4 jenis model. Pemodelan LMM dilakukan dengan menggunakan package R "nlme".
3. Melakukan diagnostik sisaan model. Diagnostik dilakukan dengan menggunakan scatter plot sisaan dan Q-Q plot.
4. Interpretasi model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Capaian belajar siswa SMK dapat diukur melalui nilai Ujian Nasional (UN). Rata-rata nilai UN diperoleh dari merata-ratakan nilai siswa SMK yang mengikuti UN dengan sistem Ujian Tulis Berbasis Komputer (UTBK). Adapun sebaran data rata-rata nilai UN terlihat pada gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa sebaran rata-rata nilai UN tidak berbeda untuk setiap tahunnya. Akan tetapi, terjadi penurunan Rerata rata-rata nilai UN dari Tahun 2018-2020. Tahun 2018, 2019, dan 2020 masing-masing memiliki rerata 52.26, 50.33 dan 46.50. Oleh karena itu, perlu dianalisis lebih lanjut terkait pola penurunan nilai capaian belajar siswa SMK di Kota Makassar.



Gambar 1. Sebaran Rata-Rata Nilai UN SMK Tahun 2018-2020

3.1. Linear Mixed Model (LMM)

Pemodelan menggunakan Linear Mixed Model (LMM) bertujuan untuk mengatasi amatan berulang pada analisis capaian belajar siswa SMK di Kota Makassar. Pemodelan LMM dilakukan secara bertahap sehingga dapat diperoleh penjelasan terkait pola capaian hasil UN SMK di Kota Makassar selama Tahun 2018-2020. Adapun pemodelan LMM yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Spesifikasi Model LMM

No	Model	Persamaan
1	P0	Fixed: Nilai UN Tahun Ajaran + Akreditasi
2	P1	Fixed: Nilai UN Tahun Ajaran + Akreditasi Random: 1   NPSN
3	P2	Fixed: Nilai UN Tahun Ajaran + Akreditasi + Tahun Ajaran* Akreditasi Random: 1   NPSN
4	P3	Fixed: Nilai UN Tahun Ajaran + Akreditasi + Tahun Ajaran* Akreditasi Random: Tahun Ajaran   NPSN

1. Model P0 adalah model regresi linear berganda
2. Model P1 adalah model yang melibatkan intersep bersifat acak
3. Model P2 adalah model yang melibatkan intersep bersifat acak ditambah dengan interaksi
4. Model P3 adalah model yang melibatkan intersep dan variabel penjelas bersifat acak ditambah dengan interaksi

Agar dapat mengatasi data amatan berulang pada LMM, maka peubah tahun ajaran diletakkan pada komponen fixed dan random dengan single group factor adalah NPSN sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 model P1 dan P3. Sedangkan untuk dapat melihat interaksi nilai ujian nasional dan akreditasi SMK, maka peubah interaksi diletakkan pada komponen fixed sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 model P2 dan model P3. Pada model-model tersebut kemudian diuji menggunakan Likelihood Ratio Test untuk mendapatkan pemodelan terbaik. Adapun hasil pemodelan LMM secara bertahap tercantum pada tabel 3:

Tabel 3 menunjukkan bahwa model yang melibatkan intersep bersifat acak (P1) lebih baik dari pada model regresi linear berganda (P0). Kemudian model yang melibatkan intersep bersifat acak ditambah dengan interaksi (P2) lebih baik daripada model yang melibatkan intersep bersifat acak (P1). Sedangkan model



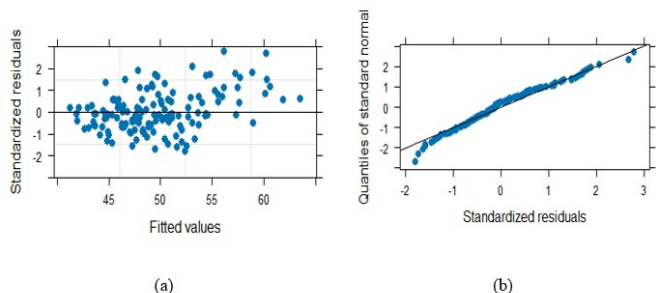
Tabel 3. Hasil Likelihood Ratio Test

Model	Likelihood Ratio	p-value	Kesimpulan
P0 Vs P1	7,53	0,006	Tolak $H_0$
P1 Vs P2	3,99	0,045	Tolak $H_0$
P2 Vs P3	$1,39 \times 10^{-7}$	1,0	Tidak Tolak $H_0$

yang melibatkan intersep dan variabel penjelas bersifat acak ditambah dengan interaksi (P3) tidak lebih baik dari model yang melibatkan intersep bersifat acak ditambah dengan interaksi (P2). Oleh karena itu, model yang melibatkan intersep bersifat acak ditambah dengan interaksi (P2) merupakan model terbaik.

### 3.2. Diagnostik Sisaan

Diagnostik sisaan dilakukan pada model yang melibatkan intersep bersifat acak ditambah dengan interaksi (P2). Diagnostik sisaan menggunakan standardized residual untuk melihat pola ragam dan sebaran dari sisaan model. Adapun plot diagnostik sisaan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Fitted Values & Residuals dan Quantile-Quantile Plot

Gambar 2(a) menunjukkan bahwa sisaan berada pada rentang nilai -2 sampai dengan 2. Hal ini menunjukkan bahwa ragam sisaan homogen dan tidak terdapat pencilan pada model. Gambar 2(b) menunjukkan bahwa sisaan menyebar normal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model P2 merupakan model terbaik.

### 3.3. Interpretasi Model

Model P2 menggunakan peubah Tahun Ajaran sebagai intersep bersifat acak. Kemudian ditambah dengan interaksi antara peubah Tahun Ajaran dan Akreditasi. Adapun hasil Uji-t dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 menunjukkan bahwa peubah tahun ajaran, akreditasi dan interaksi tahun ajaran & akreditasi berpengaruh secara nyata terhadap model. Koefisien *intercept* untuk komponen *fixed effect* juga berpengaruh secara nyata. Adapun Koefisien *intercept* untuk komponen *random effect* memiliki standar deviasi 5.81.

Adapun model LMM yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$y_{ij} = 9134.1 - 4.5X_1 - 8514.5X_2 \text{ (Akreditasi A)} + 4.2X_1 * X_2 \text{ (Akreditasi A)} + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

SMK Terakreditasi A:

$$y_{ij} = 9134.15 - 8514.54 + (4.21 - 4.49)X_1 + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (7)$$

SMK Terakreditasi Selain A:

$$y_{ij} = 9134.15 - 4.49X_1 + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

Berdasarkan hasil uji-t diketahui bahwa parameter interaksi antara Tahun Ajaran dan Akreditasi berpengaruh secara nyata terhadap rata-rata nilai UN SMK di Kota Makassar. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola rata-rata nilai UN terhadap akreditasi SMK di Kota Makassar. Adapun plot interaksi tahun ajaran dan akreditasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Plot Interaksi Rata-Rata Nilai UN terhadap Akreditasi SMK

Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan pola rata-rata nilai UN SMK terakreditasi A dan terakreditasi selain A. Sekolah yang terakreditasi A cenderung memiliki rata-rata nilai UN yang tidak jauh berbeda pada tahun 2018-2020. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan-kebijakan terkait peningkatan kualitas Pendidikan SMK khususnya di Kota Makassar belum mampu meningkatkan nilai UN siswa SMK. Hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah bagaimana sekolah terakreditasi selain A mengalami penurunan pada tahun 2018-2020. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan-kebijakan terkait peningkatan kompetensi lulusan dan kualitas pendidikan SMK khususnya di Kota Makassar tidak memberi dampak atau bahkan tidak dapat diimplementasikan dengan baik kepada SMK dengan akreditasi selain A.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa terjadi penurunan hasil UN SMK Di Kota Makassar pada Tahun 2018-2020. Tahun 2018, 2019, dan 2020 masing-masing memiliki rerata 52.26, 50.33 dan 46.50. Jika dilihat berdasarkan akreditasi SMK, maka dapat diketahui bahwa penurunan hasil UN SMK hanya terjadi pada SMK yang tidak terakreditasi A. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan-kebijakan terkait peningkatan kompetensi lulusan dan kualitas pendidikan SMK khususnya di Kota Makassar tidak memberi dampak atau bahkan tidak dapat diimplementasikan dengan baik kepada SMK dengan akreditasi selain A.

Tabel 4. Peubah/Parameter Model dan Hasil Uji-t

Komponen	Peubah	Koefesien Parameter	Std,Error	DF	t-value	p-value
Fixed effects	Intercept	9134,1	2647,07	92	3,45	0,000846
	Tahun Ajaran	-4,5	1,31108	92	-3,45	0,0009
	Akreditasi (A)	-8514,5	4277,39	45	-1,99	0,05
Random effects	Tahun ajaran: Akreditasi (A)	4,2	2,11	92	1,99	0,049
	$\sigma(\alpha_i)$	5,81				
	$\sigma(\varepsilon_{ij})$	9,84				

## References

- [1] S. Sururi Nasihin, *Manajemen Pendidikan Peserta Didik*. Alfabeta, 2020.
- [2] Peraturan Menteri Pendidikan RI, "Peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan nomor 13 tahun 2018 tentang badan akreditasi nasional sekolah/madrasah dan badan akreditasi nasional pendidikan anak usia dini dan pendidikan nonformal," 2018.
- [3] Instruksi Presiden Republik Indonesia, "Revitalisasi sekolah menengah kejuruan dalam rangka peningkatan kualitas dan daya saing sumber daya manusia indonesia," 2016.
- [4] BPS Gorontalo, "Keadaan Angkatan Kerja Di Sulawesi Selatan Agustus 2017," 2018. [Online]. Available: <https://sulsel.bps.go.id/publication/2018/04/06/32aa485122c4a807abb01757/keadaan-angkatan-kerja-di-sulawesi-selatan-agustus-2017.html>
- [5] BPS Gorontalo, "Keadaan Angkatan Kerja Di Sulawesi Selatan Agustus 2018," 2019. [Online]. Available: <https://sulsel.bps.go.id/publication/2019/04/17/dbf94759f1f98fe8cdcc4806/keadaan-angkatan-kerja-di-provinsi-sulawesi-selatan-agustus-2018.html>
- [6] BPS Gorontalo, "Keadaan Angkatan Kerja Di Sulawesi Selatan Agustus 2019," 2020. [Online]. Available: <https://sulsel.bps.go.id/publication/2020/04/24/e069dcd2ac5119aa9fdd5420/keadaan-angkatan-kerja-di-provinsi-sulawesi-selatan-agustus-2019.html>
- [7] BPS Gorontalo, "Keadaan Angkatan Kerja Di Sulawesi Selatan Agustus 2020," 2021. [Online]. Available: <https://sulsel.bps.go.id/publication/2021/04/15/df3ae626b799fed968f3449/keadaan-angkatan-kerja-provinsi-sulawesi-selatan-agustus-2020.html>
- [8] N. S. Perdana, M. Handayani, and J. Purnama, "Analisis hubungan jumlah rombongan belajar dan jumlah peserta didik per rombongan belajar dengan mutu lulusan," 2020.
- [9] D. Bates, "Linear mixed model implementation in lme4," *October*, vol. 2007, no. Figure 1, pp. 1–32, 2007.
- [10] A. Pannu, H. Wijayanto, and B. Susetyo, "Multivariate Multilevel Modelling To Assess Factors Affecting the Quality of Vocational High Schools in South Sulawesi Province," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 16, no. 4, pp. 1515–1526, 2022.
- [11] V. M. Santi, K. A. Notodiputro, B. Sartono, and W. Rahyu, "Generalized Linear Mixed Models by penalized Lasso in modelling the scores of Indonesian students," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1869, no. 1, 2021.
- [12] V. M. Santi, K. A. Notodiputro, I. Indahwati, and B. Sartono, "Restricted Maximum Likelihood Estimation for Multivariate Linear Mixed Model in Analyzing Pisa Data for Indonesian Students," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 16, no. 2, pp. 607–614, 2022.
- [13] D. I. Sekolah, M. Kejuruan, S. Kajian, and P. Pendidikan, "No Title," pp. 64–83.
- [14] S. Asiah and A. Rofieq, "Analisis Kebijakan Ujian Nasional Tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (Smk)," *Edukasi*, vol. 3, no. 1, pp. 75–92, 2011. [Online]. Available: <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/edukasi/article/view/699>
- [15] D. E. Myers, "Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications," *Technometrics*, vol. 50, no. 1, pp. 93–94, 2008.
- [16] R. A. Johnson and G. K. Bhattacharyya, *Statistics: principles and methods*. John Wiley & Sons, 2019.