



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERBANDINGAN RESTRICTED MAXIMUM LIKELIHOOD DAN JACKKNIFE MINQUE UNTUK DATA MULTILEVEL PADA MUTU PENDIDIKAN TINGKAT SMA DI JAWA BARAT

FITRI AULIA



PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Perbandingan *Restricted Maximum Likelihood* dan Jackknife MINQUE untuk Data Multilevel pada Mutu Pendidikan Tingkat SMA di Jawa Barat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Fitri Aulia
NIM G1501201008



RINGKASAN

Fitri Aulia. Perbandingan *Restricted Maximum Likelihood* dan Jackknife MINQUE untuk Data Multilevel pada Mutu Pendidikan Tingkat SMA di Jawa Barat. Dibimbing oleh BUDI SUSETYO dan KUSMAN SADIK.

Pemodelan multilevel merupakan salah satu teknik statistika yang bertujuan untuk menganalisis struktur data berhirarki. Dalam analisis ini, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menduga parameter. Salah satunya adalah *Restricted Maximum Likelihood* (REML) yang merupakan pengembangan dari *Maximum Likelihood*. Metode alternatif lain adalah *Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation* (MINQUE) yang dikembangkan dengan meminimalkan galat kuadrat tanpa bergantung pada distribusi tertentu. Akan tetapi metode MINQUE mempunyai kelemahan yaitu tidak adanya formula tunggal yang standar untuk menghitung galat dari penduga seperti pada pendekatan REML. Dengan demikian MINQUE tidak dapat digunakan langsung untuk melakukan inferensi statistik. Untuk mengatasi kendala ini, digunakan prosedur resampling Jackknife untuk menduga galat dari MINQUE dengan teknik pengulangan dan penghapusan satu observasi pada setiap iterasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan metode REML dan Jackknife MINQUE dalam menganalisis data multilevel. Penelitian ini menggunakan data Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi serta Badan Pusat Statistik Jawa Barat. Data yang digunakan adalah data tingkat SMA di Jawa Barat, dimana sekolah sebagai level 1 tersarang dalam kabupaten/kota sebagai level 2.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Jackknife MINQUE menghasilkan nilai *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih kecil dibandingkan daripada metode REML. Artinya bahwa metode Jackknife MINQUE lebih baik dibandingkan REML. Selain itu, analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa MINQUE lebih robust terhadap variasi data, memberikan pendugaan yang lebih baik dibandingkan REML.

Kata kunci: *jackknife*, MINQUE, *regresi multilevel*, REML



SUMMARY

FITRI AULIA. Comparison Between Restricted Maximum Likelihood and Jackknife MINQUE Methods for Multilevel Data on High School Education Quality in West Java. Supervised by BUDI SUSETYO, and KUSMAN SADIK.

Multilevel modeling is a statistical technique that aims to analyze hierarchical data structures. In this analysis, several methods can be used to estimate parameters. One of them is Restricted Maximum Likelihood (REML) which is a development of Maximum Likelihood. Another alternative method is Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation (MINQUE) which was developed by minimizing the square error without depending on a particular distribution. However, the MINQUE method has a weakness, namely that there is no single standard formula for calculating the error of the estimator as in the REML approach. Thus, MINQUE cannot be used directly to perform statistical inference. To overcome this problem, the Jackknife resampling procedure is used to estimate the error from MINQUE with the removal technique and delete one observation at each iteration. This research aims to compare the REML and Jackknife MINQUE methods in analyzing multilevel data. This research uses data from the Ministry of Education, Culture, Research and Technology and the West Java Central Statistics Agency. The data used is high school level data in West Java, where schools at level 1 are nested within districts/cities at level 2.

The results of this research show that the Jackknife MINQUE method produces smaller Mean Absolute Error (MAE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) values than the REML model. This means that the Jackknife MINQUE method is better than REML. Additionally, further analysis shows that MINQUE is more robust to data variations, providing better estimates than REML.

Keywords: jackknife, multilevel regression, MINQUE, REML



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERBANDINGAN RESTRICTED MAXIMUM LIKELIHOOD DAN JACKKNIFE MINQUE UNTUK DATA MULTILEVEL PADA MUTU PENDIDIKAN TINGKAT SMA DI JAWA BARAT

FITRI AULIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



(a) Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Dr. Anwar Fitrianto, S.Si, M.Sc.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Perbandingan *Restricted Maximum Likelihood* dan Jackknife
MINQUE untuk Data Multilevel pada Mutu Pendidikan Tingkat
SMA di Jawa Barat

Nama : Fitri Aulia
NIM : G1501201008

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S.



Pembimbing 2:
Dr. Kusman Sadik, S.Si, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Agus M. Soleh, S.Si., M.T.
NIP 197503151999031004



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian: 22 Juli 2024

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas rahmat dan hidayah-Nyalah akhirnya Tesis ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah pemodelan pada data multilevel, dengan judul “Perbandingan *Restricted Maximum Likelihood* dan Jackknife MINQUE untuk Data Multilevel pada Mutu Pendidikan Tingkat SMA di Jawa Barat”.

Penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari doa, motivasi, bimbingan dan kerjasama berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S. dan Bapak Dr. Kusman Sadik, S.Si, M.Si. selaku komisi pembimbing yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan banyak memberikan motivasi, arahan serta saran yang sangat membangun.
2. Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si, M.Sc. selaku penguji luar komisi pembimbing dan Bapak Prof. Dr. Muhammad Nur Aidi, M.S. selaku pemimpin ujian tesis yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat membangun untuk perbaikan tesis ini.
3. Ayahanda Edison Sabirin dan Ibunda Netti Herawati atas dukungan, doa, motivasi dan kasih sayangnya.
4. Segenap dosen dan staf Departemen Statistika dan Sains Data IPB atas ilmu, bantuan, dan kerjasamanya selama perkuliahan.
5. Teman-teman Program Magister Statistika dan Sains Data serta Ilmu Ekonomi IPB yang telah memberikan semangat dan bersedia berbagi pengalaman dan ilmunya yang sangat luar biasa.
6. Terakhir penulis ucapan terima kasih kepada diri sendiri yang telah bertahan dan berhasil melalui proses panjang perkuliahan, penelitian, dan menyelesaikan program magister ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan dan berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Fitri Aulia



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Model Regresi Multilevel	3
2.2 Metode <i>Restricted Maximum Likelihood</i>	5
2.3 Metode MINQUE	6
2.4 Metode Jackknife	7
2.5 Korelasi Intrakelas (<i>Intraclass</i>)	8
2.6 Evaluasi Kebaikan Model	8
2.6.1 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	8
2.6.2 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	9
III METODE	10
3.1 Data	10
3.2 Tahapan Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Eksplorasi Data	13
4.2 Uji Multikolinieritas	13
4.3 Identifikasi Pengaruh Acak	14
4.4 Null Model dan Full Model Multilevel	15
4.5 Backward Elimination	16
4.6 Uji Normalitas Residual	18
4.7 Model Multilevel dengan Interaksi	18
4.8 Model Akhir Regresi Multilevel	19
4.9 Validasi	20
V SIMPULAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	28



DAFTAR TABEL

1	Peubah level satu tingkat sekolah	10
2	Peubah level dua tingkat provinsi	11
3	<i>Variance Inflation Factor</i> (VIF)	14
4	Null model	15
5	Full model regresi multilevel	16
6	<i>Backward elimination</i>	17
7	Model multilevel terbaik	17
8	Uji normalitas residual	18
9	Model regresi multilevel dengan interaksi jackknife MINQUE	18
10	Final model multilevel	19
11	Uji kebaikan model	21

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir tahapan analisis data	12
2	Boxplot nilai ujian nasional	13
3	Identifikasi pengaruh acak	15
4	Aktual dan prediksi	20

LAMPIRAN

1	Standarisasi data	27
2	Uji Multikolinearitas	27
3	Distribusi Residual Model	27