

Application of K-Modes Clustering Method to Identify Low Birth Weight Factors in Central Sulawesi Province

Celsy Aprotama, Muhammad Arief Rivano, Devi Yopita Sipayung, Yenni Kurniawati*

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: yennikurniawati@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 14 Februari 2025

Revised : 28 Mei 2025

Accepted : 30 Mei 2025

ABSTRACT

Low birth weight (LBW) has long-term effects on maternal and child health, with a high prevalence in Central Sulawesi Province. This study aims to identify factors influencing the occurrence of LBW in the region using the k-modes clustering method. The data used in this research is derived from the 2017 Indonesian Demographic and Health Survey. The analyzed variables include the husband's education level, miscarriage rate, maternal smoking habits, child's gender, husband's occupation, type of residence, and wealth index. The analysis revealed two distinct clusters. The first cluster mainly consisted of husbands with a secondary education level or equivalent to junior high school, working in the agricultural sector, residing in urban areas, and having a medium wealth index. In contrast, the second cluster was dominated by husbands with only primary education or equivalent to elementary school, living in rural areas, and having a very low wealth index. The findings of this study emphasize the need for comprehensive efforts to improve education, enhance environmental conditions, and expand healthcare access to reduce poverty and lower the incidence of LBW in Central Sulawesi. This research also contributes to initiatives aimed at improving maternal and child health in the region.

Keywords: LBW, Clustering, K-Modes, Central Sulawesi, Risk Factors.



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Berat badan lahir rendah (BBLR) salah satu indikator penting dalam kesehatan ibu dan anak, memiliki dampak jangka panjang terhadap pertumbuhan dan perkembangan anak. BBLR merupakan kondisi di mana berat bayi saat lahir kurang dari 2500 gram, dan ini merupakan indikator utama dari status kesehatan ibu dan bayi (Kementerian Kesehatan RI, 2018). BBLR dapat meningkatkan risiko gangguan pertumbuhan dan perkembangan, termasuk stunting. Kondisi stunting balita di Indonesia pada 2005-2017 sebesar 36,4%, menempatkan Indonesia pada peringkat ketiga di Asia Tenggara pada stunting pada anak di bawah lima tahun (Kurniawati et al., 2022). Dalam konteks kesehatan masyarakat, BBLR juga mencerminkan kondisi kesehatan ibu selama kehamilan dan akses terhadap pelayanan kesehatan yang tersedia.

Provinsi Sulawesi Tengah menghadapi tantangan besar dalam mengatasi masalah berat badan lahir rendah (BBLR). Berdasarkan data Riskesdas 2013, prevalensi BBLR di provinsi ini mencapai 16,8% yang merupakan angka tertinggi di Indonesia (Lia, 2021). Pola ini juga terlihat pada tahun 2007 dan 2010, di mana Sulawesi Tengah secara konsisten masuk dalam 10 provinsi dengan angka BBLR tertinggi. Pada tahun 2007, persentase BBLR di daerah ini tercatat sebesar 15,7% dan meningkat menjadi 17,6% pada tahun 2010, melampaui rata-rata nasional pada periode tersebut (Ummah & Rosidati, 2020).

Tingginya prevalensi BBLR di Provinsi Sulawesi Tengah menunjukkan adanya berbagai penyebab yang berkontribusi, seperti pendidikan, kesehatan ibu hamil, akses pelayanan kesehatan, indeks kekayaan, dan lingkungan. Identifikasi penyebab ini sangat penting untuk menyusun intervensi yang lebih baik dalam menurunkan angka BBLR. Namun, penelitian mendalam mengenai penyebab spesifik yang berkontribusi terhadap kondisi BBLR di Provinsi Sulawesi Tengah masih terbatas, terutama yang menggunakan pendekatan analisis data modern seperti metode clustering k-modes.

Penelitian ini bertujuan untuk mengenali serta mengelompokkan penyebab-penyebab yang berperan dalam kejadian BBLR di Provinsi Sulawesi Tengah dengan menerapkan metode *clustering k-modes*. Dengan mengungkap pola-pola yang berkontribusi terhadap BBLR, penelitian ini diharapkan memberikan wawasan yang lebih dalam bagi pihak terkait untuk merancang intervensi yang lebih efektif guna memaksimalkan kesehatan ibu dan anak pada Provinsi Sulawesi Tengah.

Penelitian yang dilakukan oleh Sutan et al. (2014) mengungkapkan bahwa berat lahir rendah (BBLR) pada bayi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti status gizi ibu, usia, jumlah kelahiran sebelumnya, serta kondisi

ekonomi. Selain itu, riwayat kehamilan yang bermasalah, seperti pernah mengalami keguguran, melahirkan bayi dengan BBLR sebelumnya, atau tidak mendapatkan perawatan antenatal yang memadai, juga berkontribusi terhadap kejadian BBLR. Ibu hamil dengan kondisi ekonomi yang kurang baik cenderung mengalami defisiensi asupan gizi, tinggal di lingkungan yang tidak layak, serta memiliki keterbatasan dalam memperoleh layanan kesehatan selama kehamilan. Faktor-faktor tersebut berdampak langsung pada berat lahir bayi (Perera & Manzur, 2014). Selain itu, ibu yang berusia 15 tahun atau lebih muda memiliki risiko lebih besar untuk melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah (Hartiningrum I, 2019).

Metode clustering k-modes adalah algoritma clustering yang efektif untuk data kategori, berbeda dengan k-means yang lebih cocok untuk data numerik. Clustering k-modes memungkinkan identifikasi pola dalam data kategori, yang sangat berguna dalam penelitian sosial dan kesehatan masyarakat (Zuang, 1998). Metode ini dapat mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik, sehingga memudahkan analisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap BBLR.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengaplikasikan metode clustering k-modes dalam analisis data BBLR pada Provinsi Sulawesi Tengah. Selain itu, juga berfokus pada konteks lokal Provinsi Sulawesi Tengah, yang memiliki karakteristik unik dibandingkan dengan provinsi lain di Indonesia, sehingga hasilnya dapat memberikan wawasan khusus yang sesuai bagi upaya penanggulangan BBLR di daerah ini. Dengan demikian, harapan dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang dalam upaya memaksimalkan kesehatan ibu dan anak di Provinsi Sulawesi Tengah, serta menyediakan dasar bagi perumusan kebijakan yang lebih efektif.

II. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari hasil Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2017. Survei ini merupakan studi berskala nasional yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai kependudukan, kesehatan ibu dan anak, serta berbagai indikator kesehatan lainnya. Pemanfaatan data sekunder memungkinkan penelitian ini untuk mencakup analisis yang lebih luas serta mewakili populasi secara keseluruhan.

B. Variabel-Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel kategorik yang diukur dalam skala nominal dan ordinal (Agresti, A, 2006). Terdapat tujuh variabel kategorik yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu tingkat pendidikan suami atau pasangan, riwayat keguguran, frekuensi merokok, jenis kelamin anak, pekerjaan suami atau pasangan, jenis tempat tinggal, serta indeks kekayaan. Rincian mengenai masing-masing variabel beserta kategori yang digunakan dalam penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel 1.

Tabel 1. Variabel dan Kategori

No	Variabel	Kode
V1	<i>Husband/partner's education level</i>	0 = No Education
		1 = Primary
		2 = Secondary
		3 = Higher
		8 = Don't know
V2	<i>Ever had a terminated pregnancy</i>	0 = No
		1 = Yes
V3	<i>Frequency smokes cigarettes</i>	0 = Do not smoke
		1 = Every day
		2 = some days
V4	<i>Sex of child</i>	1 = Male
		2 = Female
V5	<i>Husband/partner's occupation</i>	0= Not Working
		1= Professional Technical
		2=Mananger and Administration
		3=Clerical
		4=Sales
		5=Service
		6= Agricular worker
		7= Industri Worker
		96= other
		98= Dont Know
V6	<i>Type of place of residence</i>	1=Urban
		2=Rural
V7	<i>Wealth index for urban/rural</i>	1=Poorest

2=Poorer
3=Middle
4=Richer
5=Richest

C. Metode Analisis

Analisis kluster merupakan salah satu metode dalam analisis multivariat yang bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan karakteristik yang dimilikinya. Semakin tinggi tingkat kemiripan antara dua objek, semakin besar kemungkinan keduanya dikelompokkan dalam kluster yang sama. Sebaliknya, jika karakteristik suatu objek sangat berbeda, maka peluangnya untuk masuk ke dalam kluster yang sama akan semakin kecil. Secara umum, analisis kluster dikategorikan ke dalam dua metode utama, yaitu *hierarki clustering* dan *non-hierarki clustering*.

Variabel kategorik adalah skala pengukuran yang memiliki beberapa kategori. Berdasarkan skala pengukurannya, variabel ini dapat diklasifikasikan menjadi:

- Skala nominal merupakan variabel kategorik tanpa urutan nilai. Contohnya adalah preferensi status pernikahan (belum menikah, menikah atau bercerai), jenis kelamin, pendidikan, dan lainnya.
- Skala ordinal merupakan variabel kategorik dengan urutan nilai. Contohnya adalah penilaian terhadap pelayanan suatu tempat makan (sangat baik, baik, cukup, kurang) (Agresti A, 2006).

K-modes adalah pengembangan dari algoritma *k-means*. Meskipun *k-means* efektif dalam mengelompokkan data berukuran besar, algoritma ini hanya dapat digunakan untuk data numerik. Algoritma *k-modes* merupakan adaptasi dari *k-means* yang mengganti fungsi jarak *Euclidean* dengan jarak *simple matching* serta memanfaatkan mode sebagai pusat kluster. Untuk menentukan jumlah kluster yang tepat dari metode klusterisasi yang digunakan dalam pengelompokan data, diperlukan validasi kluster. Setiap kluster yang dihasilkan memiliki ukuran yang bervariasi berdasarkan karakteristiknya, termasuk nilai indeks validasi kluster (Subbaswamy, 1977).

Metode *elbow* digunakan dalam proses klusterisasi untuk menentukan jumlah kluster yang paling optimal. Istilah "*Elbow*" digunakan karena grafik yang dihasilkan umumnya membentuk sudut seperti siku, di mana titik tersebut menunjukkan jumlah kluster yang dianggap optimal. Persentase perbedaan dari setiap jumlah kluster dapat dilihat dalam grafik ini. Jika penurunan grafik signifikan hingga membentuk sudut siku, lalu penurunan berikutnya tidak terlalu tajam, maka jumlah kluster pada titik tersebut dianggap optimal (Muningsih, 2017).

Metode *k-modes* merupakan modifikasi dari algoritma *k-means* dengan beberapa perubahan sebagai berikut:

- Menggunakan ukuran ketidakmiripan yang sederhana dalam analisis data kategorik.
- Mengganti nilai rata-rata kluster dengan modus, yaitu nilai yang paling sering muncul. Dalam metode klusterisasi *k-modes*, pusat kluster (*centroid*) direpresentasikan sebagai vektor modus dari variabel kategorik. Jika suatu data memiliki m variabel kategorik, maka vektor modus VVV terdiri dari m nilai kategorik ($V_1, V_1, \dots, V_m$) yang merupakan modus dari setiap variabel. Vektor modus ini bertujuan untuk meminimalkan jarak total antara objek dalam satu kluster dengan pusat klusternya (Huang, 2009).
- Menerapkan pendekatan berbasis frekuensi dalam menentukan modus dari sekelompok nilai.

Pada penelitian ini, data dianalisis menggunakan perangkat lunak *R-Studio* dengan langkah-langkah klusterisasi *k-modes* sebagai berikut:

Langkah 1: Menetapkan K modus sebagai pusat kluster (*centroid*).

Langkah 2: Mengukur jarak antara setiap data dengan pusat kluster menggunakan ukuran ketidaksamaan sederhana dalam data kategorik. Semakin kecil nilai ketidaksamaan, semakin tinggi tingkat kemiripan antara dua objek.

$$d(X, Y) = \sum_{j=1}^r \in (x_j, y_j) \quad (1)$$

Dengan notasi $d(X, Y)$ yang menunjukkan jarak antara data x ke y , serta x_j dan y_j sebagai nilai fitur ke- j dari x dan y , dengan sebagai r jumlah fitur, di mana:

$$\in (x_j, y_j) = \begin{cases} 0 & x_j = y_j \\ 1 & x_j \neq y_j \end{cases} \quad (2)$$

Langkah 3: Memperbarui modus sebagai *centroid* pada setiap kluster dengan menentukan nilai kategorik yang paling sering muncul di dalam kluster tersebut.

Langkah 4: Ulangi langkah 2 dan 3 hingga kondisi terpenuhi, yaitu ketika data dalam kluster tetap atau posisi pusat centroid tidak mengalami perubahan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

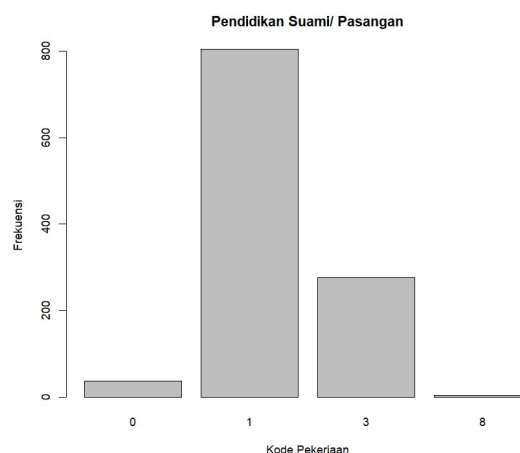
A. Statistika Deskriptif

Pada dataset yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat dua variabel yang memiliki nilai yang hilang, yaitu variabel pendidikan suami/pasangan dan variabel jenis pekerjaan suami/pasangan. Untuk menangani data yang hilang ini, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan preprocessing data. Dalam tahap ini, nilai yang hilang pada masing-masing variabel tersebut digantikan dengan nilai modus, yaitu nilai yang paling sering muncul pada masing-masing variabel. Tahap preprocessing memiliki peran krusial dalam memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis bersih dan lengkap. Dengan menangani masalah seperti data yang hilang atau duplikat, hasil analisis menjadi lebih akurat dan dapat diandalkan. Langkah ini membantu meningkatkan kualitas data, sehingga temuan yang diperoleh lebih valid. Penggunaan nilai modus sebagai pengganti nilai yang hilang dipilih karena dapat mempertahankan distribusi data dan mengurangi bias yang mungkin terjadi jika menggunakan metode imputasi lainnya.

Untuk melakukan analisis data, software yang digunakan adalah R Studio. R Studio dipilih karena memiliki berbagai fitur dan paket yang sangat mendukung analisis data dan visualisasi, serta kemampuannya yang kuat dalam menangani data yang kompleks dan besar. Dengan R Studio, kami dapat dengan mudah melakukan analisis kluster k-modes dan menghasilkan visualisasi data yang informatif. Aplikasi ini menyediakan berbagai paket dan fungsi yang memudahkan dalam memproses data serta menampilkan hasil analisis secara jelas dan menarik. Visualisasi ini membantu dalam memahami pola dan tren yang terdapat pada data tersebut serta memastikan bahwa penggantian nilai hilang dengan nilai modus telah dilakukan dengan benar dan distribusi data tetap konsisten setelah preprocessing.

1. Tingkat Pendidikan Suami/Pasangan

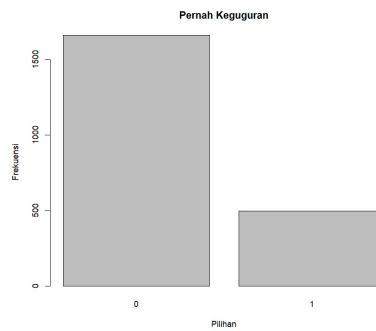
Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa frekuensi tertinggi pada grafik terdapat pada kategori 2. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan suami/pasangan yang paling banyak di Provinsi Sulawesi Tengah adalah tingkat pendidikan sekunder, yaitu setara dengan SMP atau setingkatnya. Kategori ini diikuti oleh tingkat pendidikan dasar atau primer sebagai tingkat pendidikan suami/pasangan yang terbanyak kedua. Dengan demikian, mayoritas suami/pasangan di Provinsi Sulawesi Tengah memiliki tingkat pendidikan sampai dengan jenjang SMP atau yang setara.



Gambar 1. Tingkat Pendidikan Suami/Pasangan

2. Pernah Mengalami Keguguran

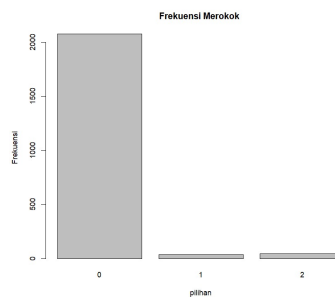
Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa frekuensi tertinggi pada grafik terdapat pada kategori 0. Hal ini berarti bahwa jumlah ibu hamil yang tidak pernah mengalami keguguran sangat tinggi di Provinsi Sulawesi Tengah. Dengan kata lain, mayoritas ibu hamil di provinsi tersebut tidak memiliki riwayat keguguran.



Gambar 2. Pernah Mengalami Keguguran

3. Frekuensi Merokok

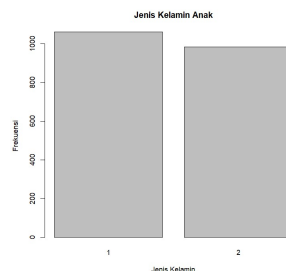
Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa frekuensi tertinggi pada grafik terdapat pada kategori 0. Hal ini berarti bahwa sebagian besar ibu hamil di Provinsi Sulawesi Tengah tidak pernah merokok selama kehamilan. Dengan kata lain, mayoritas ibu hamil di provinsi tersebut tidak memiliki kebiasaan merokok saat mengandung, yang merupakan faktor penting dalam menjaga kesehatan ibu hamil serta janin serta mencegah terjadinya berat badan lahir rendah.



Gambar 3. Frekuensi Merokok

4. Jenis Kelamin Anak

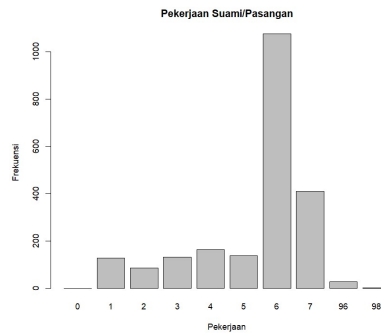
Berdasarkan Gambar 4, kategori 1 memiliki frekuensi tertinggi dalam grafik. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kelahiran bayi laki-laki lebih banyak dibandingkan dengan bayi perempuan di Provinsi Sulawesi Tengah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proporsi kelahiran bayi laki-laki lebih besar dibandingkan dengan bayi perempuan di daerah tersebut.



Gambar 4. Jenis Kelamin Anak

5. Jenis Pekerjaan Suami/Pasangan

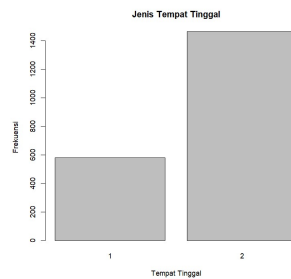
Berdasarkan Gambar 5, frekuensi tertinggi pada grafik terletak pada kategori 6. Hal ini mengindikasikan bahwa di Provinsi Sulawesi Tengah, jenis pekerjaan suami/pasangan yang paling umum adalah bekerja di sektor pertanian. Dengan demikian, mayoritas suami/pasangan di wilayah tersebut bekerja di bidang pertanian.



Gambar 5. Jenis Pekerjaan Suami/Pasangan

6. Jenis Tempat Tinggal

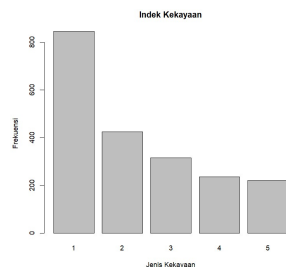
Berdasarkan Gambar 6, frekuensi tertinggi pada grafik terletak pada kategori 2. Hal ini menunjukkan bahwa di Provinsi Sulawesi Tengah, jenis tempat tinggal yang paling umum adalah di pedesaan. Dengan demikian, mayoritas penduduk di wilayah tersebut tinggal di daerah pedesaan.



Gambar 6. Jenis Tempat Tinggal

7. Index Kekayaan

Berdasarkan Gambar 7, frekuensi tertinggi pada grafik terletak pada kategori 1. Hal ini menunjukkan bahwa di Provinsi Sulawesi Tengah, indeks kekayaan yang paling umum adalah indeks kekayaan yang sangat miskin. Dengan kata lain, mayoritas penduduk di wilayah tersebut memiliki tingkat kekayaan yang sangat rendah.

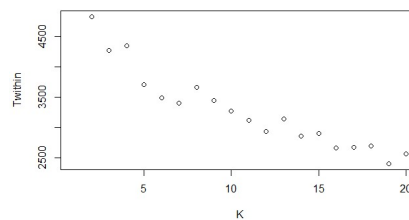


Gambar 7. Index Kekayaan

B. Menentukan K Optimal Dengan WSS (*Within Sum Square*)

Pada analisis kluster, menentukan jumlah kluster yang optimal (nilai K) menjadi krusial. Karena K menjadi penentu struktur cluster yang tepat. Jika K terlalu kecil beberapa kelompok yang berbeda bisa bergabung dalam

satu cluster sehingga informasi penting hilang. Jika K terlalu besar, data bisa terlalu terpecah membuat interpretasi jadi sulit dan kurang bermakna. Nilai K yang tidak optimal dapat menghasilkan cluster yang tidak mencerminkan pola sebenarnya dalam data. Ini bisa mempengaruhi keakuratan insight yang di hasilkan. Oleh karena itu untuk menentukan nilai K, digunakan WSS (within sum square) agar mendapatkan nilai K optimal. Pendekatan yang umum digunakan adalah metode *within sum square* (WSS), di mana nilai WSS diplotkan terhadap jumlah kluster (K). Dalam K-Modes, WSS mengukur tingkat keseragaman dalam kluster berdasarkan perbedaan kategori antar data. Semakin kecil WSS, semakin tinggi kesamaan anggota dalam satu kluster. Pada titik di mana penambahan nilai K tidak secara signifikan mengurangi nilai *cost* K, disebut sebagai nilai K yang optimal. Dengan kata lain, nilai K optimal adalah titik di mana penambahan kluster tidak memberikan penurunan yang signifikan dalam variasi data yang dapat dijelaskan oleh kluster tersebut [9]. Berdasarkan gambar 8 dengan menggunakan metode *within sum Square* diperoleh k yang optimal yaitu 2 dimana 1 sebanyak 842 anggota dan *cluster* 2 sebanyak 1317 anggota dari jumlah objek yang diteliti sebanyak 2159 ibu hamil.



Gambar 8. Menentukan K Optimal dengan WSS

Berdasarkan Gambar 8 di atas, dapat diperoleh centroid atau modus dari setiap kluster dan nilai (k) masing-masing. Hasil tersebut kemudian dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 2. Hasil *Cluster* Untuk K=3

Variabel	Cluster	
	1	2
V1	2	1
V2	0	0
V3	0	0
V4	2	1
V5	6	6
V6	1	2
V7	3	1

Berdasarkan tabel 2, berikut adalah penjelasan karakteristik dari masing-masing *cluster*.

cluster 1: Provinsi Sulawesi Tengah, tingkat pendidikan suami umumnya berada pada jenjang sekunder atau setara dengan tamatan SMP. Jenis kelamin anak yang lahir di provinsi ini sebagian besar adalah perempuan. Pekerjaan suami atau pasangan di Provinsi Sulawesi Tengah umumnya di bidang pertanian. Selain itu, penduduk di wilayah ini tinggal di kawasan perkotaan. Indeks kekayaan menunjukkan bahwa banyak penduduk yang berada dalam kategori menengah.

cluster 2: Provinsi Sulawesi Tengah, tingkat pendidikan suami umumnya adalah dasar atau setara dengan tamatan SD. Anak-anak yang lahir di provinsi ini sebagian besar berjenis kelamin laki-laki. Banyak suami atau pasangan di wilayah ini bekerja di sektor pertanian. Selain itu, mayoritas penduduk tinggal di daerah pedesaan. Indeks kekayaan menunjukkan bahwa banyak penduduk berada dalam kategori sangat miskin.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) di Provinsi Sulawesi Tengah. Analisis dilakukan menggunakan metode clustering k-modes dengan data dari Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia 2017. Hasil analisis menunjukkan dua kluster dengan karakteristik berbeda: kluster pertama menunjukkan bahwa suami umumnya memiliki pendidikan menengah (SMP), mayoritas anak yang lahir adalah perempuan, suami bekerja di sektor pertanian, penduduk tinggal di kawasan perkotaan, dan berada pada kategori kekayaan menengah. Kluster kedua menunjukkan bahwa suami umumnya berpendidikan dasar (SD), mayoritas anak yang lahir adalah laki-laki, suami bekerja di sektor pertanian, penduduk tinggal di

daerah pedesaan, dan berada pada kategori sangat miskin. Berdasarkan hasil penelitian perlunya upaya peningkatan pendidikan terutama mengenai pemahaman tentang kesehatan ibu hamil dan anak, peningkatan akses pelayanan kesehatan dan pengurangan kemiskinan untuk mengatasi masalah BBLR di Sulawesi Tengah. Hal ini bertujuan untuk menurunkan risiko BBLR, terutama di Provinsi Sulawesi Tengah yang mencatat persentase tertinggi kasus tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2006). *An Introduction to Categorical Data Analysis: Second Edition*. Wiley. doi: [10.1002/0470114754](https://doi.org/10.1002/0470114754)
- Faiqah, S., Ristrini, R., & Irmayani, I. (2019). "Hubungan Usia, Jenis Kelamin Dan Berat Badan Lahir Dengan Kejadian Anemia Pada Balita Di Indonesia". *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 21(4), 281–289. doi: [10.22435/hsr.v21i4.260](https://doi.org/10.22435/hsr.v21i4.260)
- Hartiningrum, I., & Fitriyah, N. (2019). "Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di Provinsi Jawa Timur Tahun 2012-2016". *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 7(2), 97. doi: [10.20473/jbk.v7i2.2018.97-104](https://doi.org/10.20473/jbk.v7i2.2018.97-104)
- Huang, Z. (1998). "Extensions to the k-Means Algorithm for Clustering Large Data Sets with Categorical Values". *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(3), 283–304.
- Indriani, F., & Budiman, I. (2017). "K-Modes Clustering untuk Mengetahui Jenis Masakan Daerah yang Populer pada Website Resep Online (Studi Kasus: Masakan Banjar di cookpad.com)". *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(4), 290–296. doi: [10.25126/jtiik.201744548](https://doi.org/10.25126/jtiik.201744548)
- Kurniawati, Y., Notodiputro, K. A., & Sartono, B. (2022). Selection of variables in logistic linear mixed model with L1-penalty (Case study: Low birth weight in Indonesia). *AIP Conference Proceedings*, 2662(1), 020034. <https://doi.org/10.1063/5.0110962>
- Kurniawati, Y., Kurnia, A., & Sadik, K. (2021). "A Comparison of Polytomous Model with Proportional Odds and Non-Proportional Odds Model on Birth Size Case in Indonesia". *Media Statistika*, 14(1), 79–88.
- La Ila, S. L., Avianty, I., & Nasution, A. (2019). "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Risiko Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di Puskesmas Tegal Gundil Kota Bogor Tahun 2018". *Promotor*, 2(3), 229–233. doi: [10.32832/pro.v2i3.1941](https://doi.org/10.32832/pro.v2i3.1941)
- Mahayana, S. A. S., Chundrayetti, E., & Yulistini, Y. (2015). "Faktor Risiko yang Berpengaruh terhadap Kejadian Berat Badan Lahir Rendah di RSUP Dr. M. Djamil Padang". *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(3), 664–673. doi: [10.25077/jka.v4i3.345](https://doi.org/10.25077/jka.v4i3.345)
- Muningsih, E. (2017). "Optimasi Jumlah Cluster k-means Dengan Metode Elbow Untuk Pemetaan Pelanggan". *Prosiding Seminar Nasional Elinvo*, September, 105–114.
- Nasrul, N. (2019). "Pengendalian Faktor Risiko Stunting Anak Baduta Di Provinsi Sulawesi Tengah". *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 131–146. doi: [10.31934/promotif.v8i2.495](https://doi.org/10.31934/promotif.v8i2.495)
- Reddy, C. K., & Vinzamuri, B. (2019). *A Survey of Partitional and Hierarchical Clustering Algorithms*. CRC Press. doi: [10.1201/9781315373515-4](https://doi.org/10.1201/9781315373515-4)
- Sitorus, F., Anita, S., & Bancin, D. R. (2022). "Pengaruh Status Sosial Ekonomi Terhadap Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di Kelurahan Gedung Johor Kota Medan". *Jurnal Health Reproduction*, 7(2), 32–37. doi: [10.51544/jrh.v7i2.3643](https://doi.org/10.51544/jrh.v7i2.3643)
- Subbaswamy, K. R. (1977). "Brillouin Scattering From Thermal Fluctuations in Superionic Conductors". *Solid State Communications*, 21(4), 371–372. doi: [10.1016/0038-1098\(77\)91248-0](https://doi.org/10.1016/0038-1098(77)91248-0)
- Ummah, S. U., & Rosidati, C. (2020). "Faktor yang Paling Berpengaruh Terhadap Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di Provinsi Sulawesi Tengah (Analisis Data Riskesdas Tahun 2018)". *Jurnal Religion and Public Health*, 2(2), 12.
- Yasmin, A. A., & Khairana, A. T. (2023). Analisis Hubungan Anemia pada Ibu Hamil terhadap Bayi Berat Badan Lahir Rendah (BBLR). *Universitas Indonesia*, 8(4).
- Yulianti, L. (2021). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di RSUD Gunung Jati Kota Cirebon. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 49(1), 49–5