



## SKEWNESS

Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data

Volume 2, No. 2, Oktober 2025

### Implementasi *k-Means Cluster* dalam Pengelompokan Kecamatan di Kabupaten Banyumas Berdasarkan Proporsi Penderita Tuberkulosis Menurut Jenis Kelamin

Lulu Ulmufidah<sup>1\*</sup>, Niken Larasati<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Program Studi Matematika, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, IndonesiaE-mail Koresponden : [luluulmufidah567@gmail.com](mailto:luluulmufidah567@gmail.com)

**Abstrak.** Banyumas merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dengan jumlah kasus tuberkulosis yang cukup tinggi. Tingkat penyebaran tuberkulosis dapat diketahui dengan melihat proporsi penderita pada suatu wilayah. Data penderita tuberkulosis tahun 2023 untuk 27 kecamatan di Kabupaten Banyumas mengindikasikan adanya perbedaan proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Penelitian ini bertujuan memetakan penyebaran penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas menggunakan metode *k-means cluster*. Hasil pengelompokan membagi 26 kecamatan menjadi 3 *cluster*. *Cluster* 1 terdiri dari 12 kecamatan dengan rata-rata proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki 0,099% dan perempuan 0,072%. *Cluster* 2 terdiri dari 6 kecamatan dengan rata-rata proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki 0,189% dan perempuan 0,187%. *Cluster* 3 terdiri dari 8 kecamatan dengan rata-rata proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki 0,146% dan perempuan 0,136%. Kecamatan Purwokerto Utara terdeteksi mempunyai proporsi penderita tuberkulosis paling tinggi, di mana proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki 0,318% dan perempuan 0,27%. Secara umum, penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki lebih banyak daripada perempuan. Instansi terkait diharapkan memberikan perhatian lebih pada Kecamatan Purwokerto Utara dan *cluster* 2 yang memiliki proporsi penderita tuberkulosis lebih tinggi daripada *cluster* yang lain, yaitu dengan memperkuat program pencegahan, pengendalian, dan penanganan tuberkulosis untuk mencegah penyebaran penyakit lebih lanjut.

**Kata kunci:** *k-means clustering*, proporsi, tuberkulosis.

## 1 Pendahuluan

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan menyebar ketika penderita tuberkulosis mengeluarkan bakteri ke udara, misalnya melalui bersin atau batuk. Tuberkulosis menjadi salah satu masalah kesehatan dengan jumlah kasus yang tinggi, baik secara global maupun di Indonesia. Berdasarkan [1], Indonesia berada pada posisi kedua dengan jumlah penderita tuberkulosis terbanyak di dunia setelah India, diikuti oleh China, Filipina dan Pakistan secara berurutan. Jumlah kasus tuberkulosis di Indonesia pada tahun 2023 sebanyak 821.200 kasus, hal ini meningkat sangat tinggi apabila dibandingkan dengan jumlah kasus tuberkulosis yang ditemukan pada tahun 2022, yaitu sebanyak 677.464 kasus [2].

Banyumas merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dengan jumlah kasus tuberkulosis yang cukup tinggi. Berdasarkan data pada [3] dan [4], penderita tuberkulosis pada tahun 2022 mencapai 3.815 kasus dan naik menjadi 4.853 pada tahun 2023.

Tingkat penyebaran tuberkulosis dapat dilihat dari perbedaan proporsi kasus berdasarkan jenis kelamin. Upaya pencegahan dapat difokuskan untuk meminimalkan penularan pada kelompok dengan tingkat proporsi yang tinggi. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan pengelompokan wilayah-wilayah dengan tingkat proporsi penderita yang berbeda berdasarkan jenis kelamin di Kabupaten Banyumas, sehingga kebijakan yang diterapkan dapat lebih tepat sasaran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelompokkan adalah metode *k-means cluster*. Metode *k-means cluster* merupakan metode pengelompokan objek ke dalam sejumlah *k cluster*, di mana jumlah *cluster* sudah ditentukan sebelumnya [5].

Penelitian mengenai implementasi algoritma *k-means* untuk pengelompokan penyebaran tuberkulosis di Kabupaten Karawang dilakukan oleh [6]. Penelitian tersebut membagi daerah menjadi tiga *cluster*, dengan kategori kasus tuberkulosis tingkat tinggi, tingkat sedang, dan tingkat rendah. Analisis regresi count data untuk pemodelan jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Banyumas telah dilakukan oleh [7] dengan hasil satu-satunya faktor yang berpengaruh pada jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Banyumas adalah rasio jenis kelamin usia produktif (15-49 tahun).

Berdasarkan [1], sekitar 90% dari total penderita tuberkulosis setiap tahun adalah orang dewasa, di mana jumlah kasus pada laki-laki lebih banyak daripada perempuan. Penderita tuberkulosis dengan jenis kelamin laki-laki lebih rentan terkena tuberkulosis. Hal ini karena laki-laki memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan perempuan sehingga kemungkinan terpapar lebih besar terjadi pada laki-laki. Selain itu, kebiasaan merokok dan mengonsumsi alkohol pada laki-laki dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga mudah terkena tuberkulosis paru [8]. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk mengelompokkan kecamatan di Kabupaten Banyumas berdasarkan proporsi penderita tuberkulosis menurut jenis kelamin menggunakan metode *k-means cluster*. Hasil pengelompokan diharapkan dapat menjadi acuan bagi dinas terkait dalam melakukan pencegahan dan penanganan penyebaran tuberkulosis.

## 2 Metodologi

Penelitian ini menggunakan data jumlah penderita tuberkulosis menurut kecamatan dan jenis kelamin serta data jumlah penduduk di Kabupaten Banyumas pada tahun 2023 yang diperoleh melalui [4]. Analisis data dilakukan dengan bantuan IBM SPSS Statistic 25 dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menganalisis statistika deskriptif dari data yang digunakan
2. Membuat data proporsi penderita tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin di Kabupaten Banyumas.
3. Menguji asumsi pada analisis *cluster*.
4. Melakukan pengelompokan data proporsi menggunakan metode *k-means cluster*.
5. Menentukan karakteristik hasil pengelompokan.
6. Melakukan evaluasi hasil pengelompokan menggunakan *Silhouette Coefficient*.

## 3 Hasil dan Pembahasan

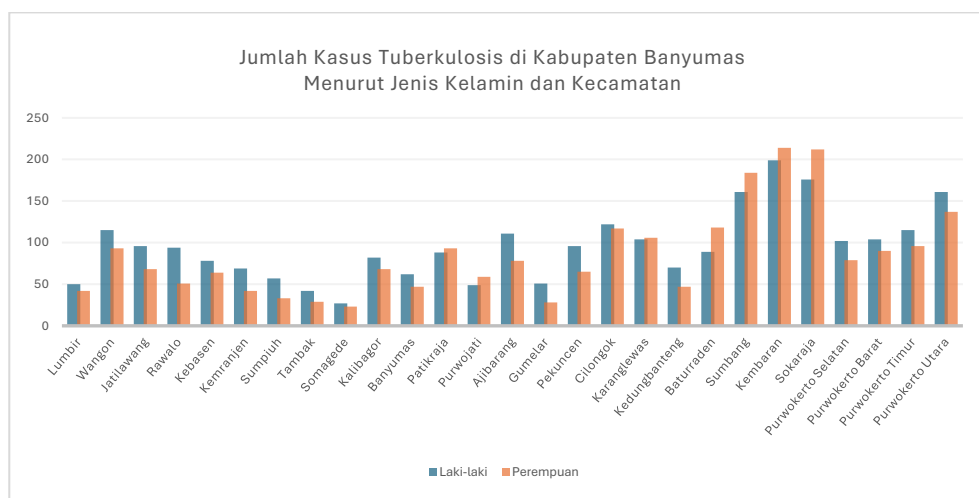
### 3.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif digunakan untuk melihat nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi atau nilai persebaran data terhadap nilai rata-rata dari setiap variabel pada data [9]. Hasil perhitungan statistika deskriptif menggunakan IBM SPSS Statistic 25 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Statistika deskriptif

	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
TB laki-laki	27	27	199	95,19	42,050
TB perempuan	27	23	214	84,56	52,239
Jumlah penduduk	27	38268	127607	20084,51	67724,926
Valid N (listwise)	27				

Selanjutnya, untuk melihat persebaran data jumlah penderita tuberkulosis menurut jenis kelamin, data direpresentasikan ke dalam bentuk diagram batang seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram batang data jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas

### 3.2 Proporsi Data

Tuberkulosis dalam suatu wilayah akan lebih cepat menyebar apabila proporsi jumlah penderita lebih besar pada wilayah tersebut. Selain itu, proporsi data dibuat karena data yang diamati dapat bersifat lebih umum sehingga tidak perlu memperhatikan satuan datanya [10]. Proporsi merupakan hasil bagi antara data jumlah penderita tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin di Kabupaten Banyumas dengan data jumlah penduduk di setiap kecamatan. Data proporsi penderita tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 2.

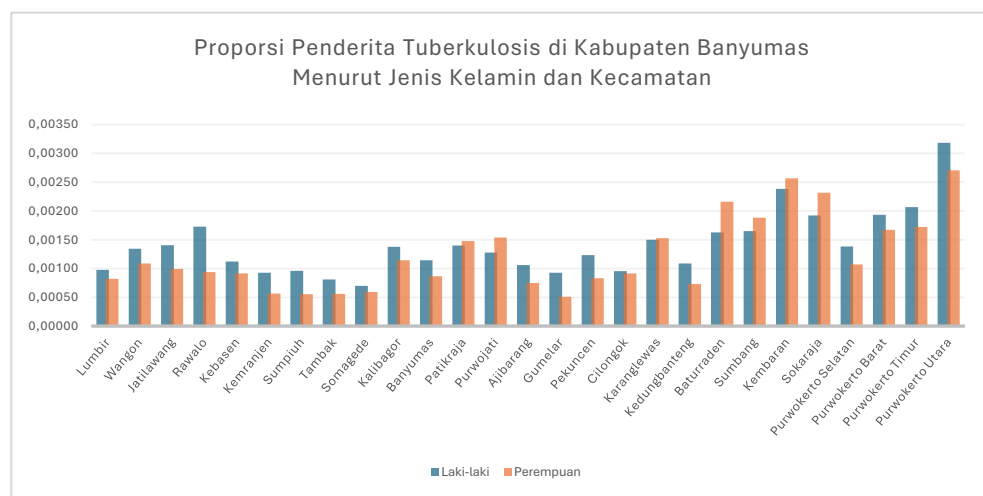
**Tabel 2.** Data proporsi penderita tuberkulosis

No	Kecamatan	Proporsi Penderita Tuberkulosis	
		Laki-laki	Perempuan
1	Lumbir	0,000978	0,000822
2	Wangon	0,001342	0,001086
3	Jatilawang	0,001405	0,000995
4	Rawalo	0,001728	0,000938
5	Kebasen	0,001119	0,000918
6	Kemranjen	0,000928	0,000565
7	Sumpiuh	0,000962	0,000557
8	Tambak	0,000808	0,000558
9	Somagede	0,000697	0,000594
10	Kalibagor	0,001380	0,001144
11	Banyumas	0,001142	0,000865
12	Patikraja	0,001398	0,001477
13	Purwojati	0,001277	0,001538
14	Ajibarang	0,001062	0,000746
15	Gumelar	0,000926	0,000508

**Tabel 2.** Data proporsi penderita tuberkulosis (Lanjutan)

No	Kecamatan	Proporsi Penderita Tuberkulosis	
		Laki-laki	Perempuan
16	Pekuncen	0,001233	0,000835
17	Cilongok	0,000956	0,000917
18	Karanglewas	0,001499	0,001528
19	Kedungbanteng	0,001090	0,000732
20	Baturraden	0,001629	0,002160
21	Sumbang	0,001647	0,001882
22	Kembaran	0,002386	0,002566
23	Sokaraja	0,001921	0,002314
24	Purwokerto Selatan	0,001383	0,001071
25	Purwokerto Barat	0,001931	0,001671
26	Purwokerto Timur	0,002065	0,001724
27	Purwokerto Utara	0,003184	0,002709

Berikutnya, untuk melihat persebaran data proporsi penderita tuberkulosis menurut jenis kelamin yang akan dikelompokkan, data direpresentasikan ke dalam bentuk diagram batang seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram batang proporsi penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas

### 3.3 Asumsi-asumsi Analisis *Cluster*

Terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengelompokan, di antaranya yaitu tidak terdapat *outlier*, sampel yang diambil mewakili populasi, serta tidak ada multikolinieritas [11]. Ketiga asumsi tersebut harus terpenuhi agar diperoleh hasil yang representatif. Uji asumsi dilakukan dengan bantuan IBM SPSS Statistic 25 sebagai berikut.

1. Ada atau tidaknya *outlier* dapat diketahui dengan mencari nilai *z-score*.

Hasil perhitungan statistika deskriptif terhadap data proporsi penderita tuberkulosis dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Statistika deskriptif proporsi penderita tuberkulosis

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
TB laki-laki	27	0,002487	0,000697	0,003184	0,00141022	0,000542099
TB perempuan	27	0,002201	0,000508	0,002709	0,00123778	0,000642072
Valid N (listwise)	27					

Nilai rata-rata dan standar deviasi pada Tabel 3 akan digunakan dalam perhitungan nilai *z-score* yang menghasilkan  $z_{ij}$ , dengan nilai  $z_{ij}$  merupakan nilai *z-score* dari kecamatan ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 27$ ) pada jenis kelamin  $j$  (1 berarti laki-laki, 2 berarti perempuan). Berikut contoh perhitungan nilai *z-score* proporsi penderita tuberkulosis dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan di Kecamatan Lumbir.

$$z_{11} = \frac{0,000978 - 0,00141022}{0,000542099} = -0,79731;$$

$$z_{12} = \frac{0,000831 - 0,00123778}{0,000642072} = -0,64756.$$

Perhitungan juga dilakukan terhadap 26 kecamatan yang lain dan ditemukan satu *outlier* yaitu pada penderita berjenis kelamin laki-laki di Kecamatan Purwokerto Utara dengan nilai *z-score* sebesar 3,27205. Selanjutnya, data Kecamatan Purwokerto Utara dihapus dan pengelompokan akan dilakukan untuk 26 kecamatan.

2. Sampel yang diambil telah mewakili populasi dapat dilihat dari nilai Uji KMO. *Kaiser Meyer Olkin* (KMO) adalah indeks perbandingan nilai koefisien korelasi terhadap korelasi parsial. Nilai KMO dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai KMO

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	34,068
	df	1
	Sig.	0,000

Nilai KMO yang diperoleh dari data proporsi adalah 0,5, hal ini menunjukkan bahwa sampel sudah mewakili populasi.

3. Ada atau tidaknya multikolinieritas dapat diketahui dari nilai VIF.

Nilai VIF untuk penderita tuberkulosis dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Korelasi variabel laki-laki dengan variabel perempuan

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
(Constant)	0,001	0,000		6,432	0,000		
TBP2	0,629	0,071	0,875	8,848	0,000	1,000	1,000

Nilai VIF yang terdapat pada Tabel 5 kurang dari 10, artinya tidak terdapat multikolinieritas.

Karena ketiga asumsi dalam analisis *cluster* terpenuhi, maka selanjutnya dapat dilakukan pengelompokan dengan menggunakan metode *k-means cluster* [5].

### 3.4 Pembentukan *Cluster*

Data proporsi penderita tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin pada 26 kecamatan di Kabupaten Banyumas akan dikelompokkan ke dalam 3 *cluster*. Langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan pusat *cluster* atau *centroid*.

#### 3.4.1 Centroid Awal

Pemilihan *centroid* awal dilakukan secara acak dengan memilih 3 data dari 26 data yang ada dengan bantuan IBM SPSS Statistic 25. *Centroid* awal yang terpilih yaitu *centroid* 1, *centroid* 2, dan *centroid* 3 dengan kecamatan berturut-turut adalah Somagede, Kembaran, dan Rawalo yang disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** *Centroid* awal

	Initial Cluster Centers		
	Cluster		
	1	2	3
<i>z-score</i> TB laki-laki	-1,54213	2,49611	0,92289
<i>z-score</i> TB perempuan	-1,00875	2,37900	-0,41779

#### 3.4.2 Proses Iterasi

Iterasi pertama dilakukan dengan menghitung jarak antara nilai *z-score* masing-masing kecamatan dengan *centroid* awal menggunakan rumus *Euclidean distance* yang menghasilkan  $D_{ij}$ . Nilai  $D_{ij}$  merupakan jarak data kecamatan ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 26$ ) dengan

*centroid* ke- $k$  ( $k = 1,2,3$ ). Selanjutnya, nilai minimum  $D_{ij}$  digunakan dalam penentuan *cluster*.

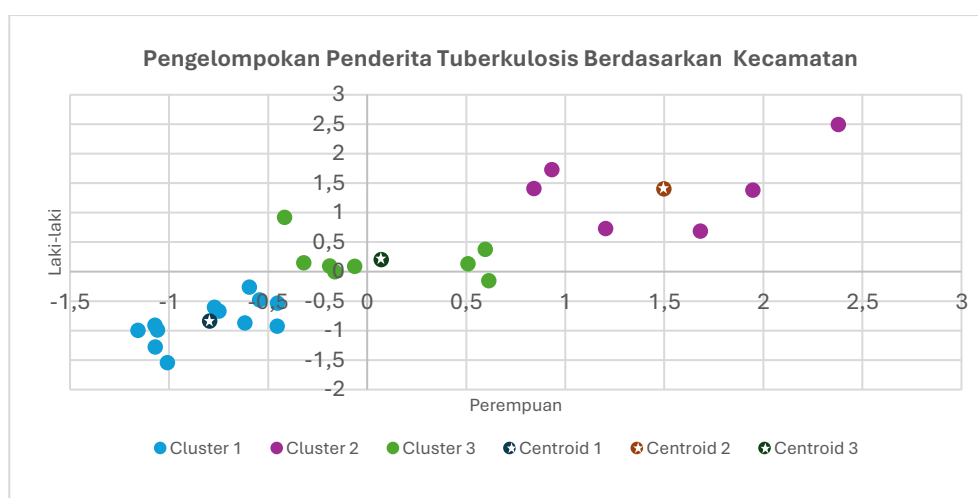
Iterasi kedua dilakukan untuk mengetahui kestabilan pengelompokan dengan melihat apakah ada kecamatan yang berpindah *cluster*. Perhitungan *centroid* baru (*centroid* kedua) dilakukan dengan mencari rata-rata nilai *z-score* semua kecamatan dalam *cluster* yang sama untuk semua variabel jenis kelamin. Selanjutnya, dilakukan kembali perhitungan jarak *Euclidian* antara nilai *z-score* masing-masing kecamatan dengan *centroid* kedua menggunakan rumus *Euclidian distance*. Hasil pengelompokan pada iterasi kedua menunjukkan adanya perpindahan kecamatan, yaitu Pekuncen dari *cluster* 3 ke *cluster* 1 dan Purwokerto Utara dari *cluster* 3 ke *cluster* 2. Selanjutnya, proses iterasi dilakukan sampai tidak ada kecamatan yang berpindah *cluster*.

Hasil pengelompokan pada iterasi ketiga menunjukkan adanya perpindahan kecamatan, yaitu Sumbang dan Purwokerto Barat yang berpindah *cluster* dari *cluster* 3 menjadi *cluster* 2. Proses iterasi berlanjut hingga iterasi empat yang menunjukkan tidak adanya kecamatan yang berpindah *cluster* dengan *centroid* akhir seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai *final centroid*

	<i>Final Cluster Centers</i>		
	<i>Cluster</i>		
	1	2	3
<i>z-score</i> TB laki-laki	-0,83741	1,40545	0,20203
<i>z-score</i> TB perempuan	-0,79559	1,49742	0,07032

Hasil plot pengelompokan pada iterasi empat untuk setiap *cluster*-nya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot pengelompokan penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas (berdasarkan nilai *z-score*)



### 3.4.3 Evaluasi Hasil *Cluster*

Hasil pengelompokan yang telah diperoleh dievaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* yang merupakan sebuah metrik validitas. Nilai *Silhouette* diperoleh dengan menghitung rata-rata dari setiap titik data dengan membandingkan selisih antara tingkat pemisahan dan tingkat kepadatan data, lalu membaginya dengan nilai terbesar dari keduanya. Perhitungan nilai *Silhouette* untuk 3 *cluster* dilakukan pada 26 kecamatan, sehingga diperoleh nilai rata-rata *Silhouette* sebesar 0,57057 yang berada pada rentang nilai 0,51-0,70. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah *cluster* sebanyak 3 merupakan jumlah *cluster* optimal yang menghasilkan informasi terbaik dengan struktur yang beralasan [12].

### 3.4.4 Interpretasi *Cluster*

Berdasarkan hasil pengelompokan melalui empat iterasi, proporsi penderita tuberkulosis di setiap kecamatan Kabupaten Banyumas yang berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dibagi menjadi 3 *cluster*. Jumlah anggota dari setiap *cluster* berdasarkan hasil iterasi IBM SPSS Statistic 25 dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Jumlah anggota setiap *cluster*

<i>Number of Cases in each Cluster</i>		
<i>Cluster</i>		
	1	12
	2	6
	3	8
<i>Valid</i>		26
<i>Missing</i>		1

Cluster	Rata-rata Proporsi		Kecamatan
	Penderita Tuberkulosis		
	Laki-laki	Perempuan	
1	0,099%	0,072%	Lumbir, Kebasen, Kemranjen, Sumpiuh, Tambak, Somagede, Banyumas, Ajibarang, Gumelar, Pekuncen, Cilongok, dan Kedungbanteng.
2	0,189%	0,187%	Baturraden, Sumbang, Kembaran, Sokaraja, Purwokerto Barat, dan Purwokerto Timur.
3	0,146%	0,136%	Wangun, Jatilawang, Rawalo, Kalibagor, Patikraja, Purwojati, Karanglewas, dan Purwokerto Selatan.

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa rata-rata proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin laki-laki lebih besar daripada rata-rata proporsi penderita tuberkulosis berjenis kelamin perempuan pada *cluster* 1, *cluster* 2, dan *cluster* 3.

## 4 Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas tahun 2023, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Rata-rata proporsi penderita tuberkulosis dengan jenis kelamin laki-laki sebesar 0,134% dan perempuan sebesar 0,118%. Hal ini berarti, dari 100.000 penduduk terdapat 134 penderita tuberkulosis dengan jenis kelamin laki-laki dan 118 penderita tuberkulosis yang berjenis kelamin perempuan.
2. Pengelompokan kecamatan di Kabupaten Banyumas berdasarkan proporsi penderita tuberkulosis menurut jenis kelamin menggunakan metode *k-means cluster* menghasilkan 3 *cluster* sebagai berikut.
  - a. *Cluster 1* merupakan kelompok kecamatan dengan rata-rata proporsi penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan secara berturut-turut sebesar 0,099% dan 0,072%. *Cluster 1* terdiri dari 12 kecamatan, yaitu Lumbir, Kebasen, Kemranjen, Sumpiuh, Tambak, Somagede, Banyumas, Ajibarang, Gumelar, Pekuncen, Cilongok, dan Kedungbanteng.
  - b. *Cluster 2* merupakan kelompok kecamatan dengan rata-rata proporsi proporsi penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan secara berturut-turut sebesar 0,189% dan 0,187%. *Cluster 2* terdiri dari 6 kecamatan, yaitu Baturraden, Sumbang, Kembaran, Sokaraja, Purwokerto Barat, dan Purwokerto Timur.
  - c. *Cluster 3* merupakan kelompok kecamatan dengan rata-rata proporsi proporsi penderita tuberkulosis di Kabupaten Banyumas dengan jenis kelamin laki-laki dan perempuan secara berturut-turut sebesar 0,146% dan 0,136%. *Cluster 3* terdiri dari 8 kecamatan, yaitu Wangon, Jatilawang, Rawalo, Kalibagor, Patikraja, Purwojati, Karanglewas, dan Purwokerto Selatan.
3. Kecamatan Purwokerto Utara merupakan *outlier* dengan karakteristik proporsi penderita tuberkulosis jauh di atas rata-rata proporsi penderita tuberkulosis. Dalam hal ini, dari 100.000 penduduk terdapat 318 penderita tuberkulosis dengan jenis kelamin laki-laki dan 270 penderita tuberkulosis yang berjenis kelamin perempuan.

## 4.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan temuan yang telah dipaparkan, maka poin-poin berikut merupakan rekomendasi strategis yang diusulkan:

1. Penelitian ini hanya mengkaji 2 variabel jenis kelamin, yaitu laki-laki dan perempuan. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya, variabel lain dapat ditambahkan atau diperluas serta dapat digunakan metode analisis *cluster* yang lain.
2. Pemerintah Kabupaten Banyumas, khususnya Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas perlu memberikan perhatian lebih pada Kecamatan Purwokerto Utara yang memiliki proporsi penderita tuberkulosis jauh di atas rata-rata dan pada kelompok kecamatan di *cluster* 2 yang memiliki proporsi penderita tuberkulosis lebih tinggi daripada *cluster* yang lain, yaitu dengan memperkuat program pencegahan, pengendalian, dan penanganan tuberkulosis untuk mencegah penyebaran penyakit lebih lanjut.

## Referensi

- [1] K. Floyd et al., Global Tuberculosis Report 2024. Geneva: World Health Organization, 2024.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Profil Kesehatan Indonesia 2023. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2024.
- [3] Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas, Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas 2022. Banyumas: Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas, 2023.
- [4] Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas, Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas 2023. Banyumas: Dinas Kesehatan Kabupaten Banyumas, 2024.
- [5] R. A. Johnson and D. W. Wichern, Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th ed. England: Pearson Education Limited, 2014.
- [6] Y. P. Sari, A. Primajaya, and A. S. Y. Irawan, "Implementasi algoritma K-Means untuk pengelompokan penyebaran tuberkulosis di Kabupaten Karawang," J. Inovtek Polbeng Seri Informatika, vol. 5, no. 2, pp. 229–239, 2020.
- [7] Kristy, Jajang, and N. Nurhayati, "Analisis regresi count data untuk pemodelan jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Kabupaten Banyumas," J. Ilmiah Mat. Dan Pend. Mat., vol. 13, no. 2, pp. 57–70, 2021.
- [8] J. Parlaungan, Monograf Faktor Yang Mempengaruhi Penderita TB Paru Drop Out Minum Obat Anti Tuberkulosis. Pidie: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini, 2022.
- [9] M. Wahyuni, Statistik Deskriptif untuk Penelitian Olah Data Manual dan SPSS Versi 25. Yogyakarta: Bintang Pustaka Madani, 2020.
- [10] B. T. Ambarwati and R. Ekawati, "Analisis literasi matematika siswa dalam menyelesaikan soal Higher Order Thinking Skills (HOTS) proporsi," MATHEdunesa, vol. 11, no. 2, pp. 390–403, 2022.
- [11] S. Yamin, Tutorial Statistik SPSS, LISREL, WarpPLS, & JASP (Mudah dan Aplikatif). Bekasi: PT Dewangga Energi Internasional, 2021.

- [12] M. Y. Nurzaman and B. N. Sari, "Implementasi K-Means clustering dalam pengelompokan banyaknya jumlah petani berdasarkan kecamatan di Provinsi Jawa Barat," J. Tek. Inform. dan Sist. Inf., vol. 10, no. 3, pp. 131–144, 2023.