



## *Implementation of K-Means Clustering for Optimizing Non-Communicable Disease Budgets*

### **Implementasi K-Means Clustering untuk Optimalisasi Anggaran Penyakit Tidak Menular**

**Galuh Mafela Mutiara Sujak<sup>1\*</sup>, Hanif Noer Rofiq<sup>2</sup>, Farhan Iqbal Tawakal<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Direktorat Jenderal Kekayaan Negara, Kementerian Keuangan Republik Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Indonesia

E-Mail: <sup>1</sup>galuhmafela@gmail.com, <sup>2</sup>hanif.noer94@gmail.com, <sup>3</sup>farhaniqbalt@gmail.com

Received Aug 2nd 2024; Revised Sep 16th 2024; Accepted Oct 17th 2024; Available Online Nov 24th 2024

Corresponding Author: Galuh Mafela Mutiara Sujak

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

#### **Abstract**

*The COVID-19 pandemic shows the importance of budgeting to maintain existing health services while facing the pandemic. The pandemic also shows the dangers of comorbid diseases such as diabetes mellitus, hypertension, and obesity as triggers for the high risk of death from COVID-19. Analyzing regional government health budgets is needed to make effective budgeting policies. In this study, the authors conducted a k-means clustering analysis on the 2021 local government health budget to create budget clusters related to comorbid diseases such as diabetes mellitus, hypertension, and obesity, as well as mental and emotional disorders. This study aims to provide insight into regional government funding patterns related to the disease. The result is four clusters with a silhouette score of 0.6156. Furthermore, based on a comparison with disease prevalence, there are indications of potential optimization of funds for other sub-activities or to be used as pandemic emergency funds.*

*Keyword: Analysis, APBD, Budgeting, Clustering, K-Means*

#### **Abstrak**

Pandemi menunjukkan pentingnya penganggaran, baik untuk menjalankan pelayanan kesehatan yang telah ada maupun untuk menghadapi COVID-19. Pandemi juga menunjukkan bahaya penyakit komorbid seperti diabetes melitus, hipertensi, dan obesitas sebagai pemicu tingginya risiko kematian akibat COVID-19. Untuk membuat kebijakan terkait penganggaran yang tepat guna, diperlukan analisis terkait anggaran kesehatan pemerintah daerah. Dalam penelitian ini penulis melakukan analisis clustering k-means anggaran kesehatan pemerintah daerah Tahun 2021 untuk mengelompokkan anggaran terkait penyakit komorbid seperti diabetes melitus, hipertensi, dan obesitas, serta gangguan mental emosional. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan insight mengenai pola pendanaan pemerintah daerah terkait penyakit tersebut. Clustering menghasilkan empat cluster dengan silhouette score sebesar 0,6156. Selanjutnya berdasarkan perbandingan dengan prevalensi penyakit masing-masing terdapat indikasi potensi optimalisasi dana untuk sub kegiatan lain atau untuk digunakan sebagai dana darurat pandemi.

**Kata Kunci:** Analisis, Anggaran, APBD, Clustering, K-Means

#### **1. PENDAHULUAN**

Pandemi COVID-19 telah berdampak secara negatif dan signifikan pada berbagai dimensi, termasuk kesehatan dan perekonomian Indonesia [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Beberapa dampak Pandemi COVID-19 terhadap kesehatan antara lain kenaikan jumlah kasus pasien positif COVID-19 yang diiringi angka kematian yang cukup tinggi, serta menurunnya sebagian besar pelayanan kesehatan [1]. Berdasarkan data penelitian, Indonesia merupakan negara dengan angka kematian kasus COVID-19 tertinggi di kawasan Asia Tenggara [6]. Pada tahun 2021, jumlah kasus konfirmasi COVID-19 tercatat sejumlah 4.262.720; jumlah sembuh 4.114.334; dan jumlah meninggal 144.094 kasus di seluruh Indonesia [7].

Meskipun COVID-19 merupakan penyakit yang bertransmisi melalui udara dan menular sangat cepat [8], [9]; terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa pasien dengan penyakit komorbid memiliki risiko

kematian yang lebih tinggi dibandingkan pasien yang tidak memiliki penyakit komorbid. Penyakit komorbid berupa hipertensi, diabetes melitus, dan obesitas yang diderita pasien COVID-19 meningkatkan risiko kematian [10]. Data pasien COVID-19 di RS Bhakti Dharma Husada Surabaya juga menunjukkan bahwa diabetes dan hipertensi merupakan faktor yang meningkatkan risiko kematian pada pasien COVID-19, selain usia lanjut dan gender laki-laki [9]. Penemuan serupa juga terjadi di Palembang yang menunjukkan adanya pengaruh penyakit hipertensi dan diabetes dalam meningkatkan risiko kematian akibat COVID-19 [10].

Penyakit Hipertensi, diabetes melitus, dan obesitas merupakan sub indeks penyakit tidak menular dalam Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat (IPKM). Dalam sub indeks tersebut, terdapat tiga indikator selain hipertensi, diabetes melitus, dan obesitas, yakni cedera, kesehatan jiwa, dan kesehatan gigi dan mulut [11]. IPKM merupakan indeks yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja anggaran pemerintah terkait kesehatan [12]. Sementara itu, anggaran kesehatan merupakan salah satu faktor yang berperan positif dan signifikan dalam pembangunan kesehatan di daerah [13], [14]. Pengeluaran keuangan di bidang kesehatan juga dianggap mampu menaikkan tingkat kesehatan wilayah [14]. Dari penjelasan di atas, Penulis melakukan analisis dari sisi anggaran mengenai penanganan penyakit tidak menular tersebut, khususnya hipertensi, diabetes melitus, dan obesitas. Pemilihan ketiga penyakit komorbid tersebut sebagai objek penelitian dilakukan atas dasar adanya risiko peningkatan penyakit lain apabila pasien menderita salah satu penyakit komorbid yang disebutkan.

Dana kesehatan dapat berasal dari pembiayaan pemerintah, *universal health insurance*, ataupun pembiayaan secara mandiri (*out of pocket*). Semenjak adanya desentralisasi, pada level Pemerintah Daerah, terdapat pendanaan yang berasal dari Pemerintah Pusat ke Pemerintah Daerah melalui Transfer Keuangan dan Dana Desa [15]. Namun terkait dengan desentralisasi, terdapat penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa terdapat inefisiensi dalam penganggaran pemerintah daerah, contohnya Limasalle *et al.* [16] yang menyatakan bahwa Pemerintah Daerah masih memiliki kekurangan dalam mengeksekusi desentralisasi fiskal, salah satunya dalam hal perencanaan dan pelaksanaan anggaran. Temuan beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses perencanaan pembangunan dan penganggaran daerah masih lemah dan kurang tepat sasaran, contohnya di Maluku Utara dan Sangihe [17], [18]. Padahal, perencanaan anggaran yang menghasilkan anggaran tepat sasaran merupakan tahap yang penting karena akan berpengaruh terhadap indeks pembangunan daerah [19].

Berkaca dari Pandemi COVID 19, inefisiensi anggaran pemerintah daerah seharusnya dapat segera diatasi. Salah satu hal yang patut dilakukan Pemerintah adalah merespon dalam pembangunan *dana Prevention, Preparedness, and Response* (PPR) pandemi. Namun sayangnya, data yang ada pada pemerintah daerah sangat banyak sehingga menimbulkan kesulitan dalam mengorganisasi data-data tersebut [20] baik untuk analisis anggaran berjalan maupun untuk realokasi belanja ke depan. Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis berusaha melakukan analisis melalui *clustering* data anggaran kesehatan pemerintah daerah untuk mengelompokkan anggaran penyakit tidak menular pemerintah daerah dengan tujuan memberikan *insight* mengenai bagaimana pola pendanaan pemerintah daerah terkait penyakit tersebut. *Clustering* merupakan upaya mengelompokkan data berdasarkan kedekatan atau kemiripan [21], [22]. Selain menjadi salah satu teknik eksplorasi data, *clustering* juga kerap kali dipergunakan secara independen untuk memperoleh informasi terkait distribusi data [22]. Informasi yang diolah menggunakan teknik *clustering* akan dikelompokkan menjadi sub kelompok yang homogen, contohnya adalah pengelompokan suatu daerah menjadi daerah dengan tingkat kerawanan tinggi, sedang, dan rendah. Fatmawati dan Windarto [23] mengelompokkan jumlah provinsi yang terjangkit Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan *k-means clustering*, dengan hasil berupa tiga cluster yaitu: tingkat cluster tinggi (C1), tingkat cluster sedang (C2) dan tingkat cluster rendah (C3). Untuk lingkup yang lebih kecil, Sembiring *et al.* [24] memetakan desa-desa yang terjangkit penyakit DBD menjadi tiga cluster, yaitu desa berkategori tingkat penyebaran penyakit DBD yang tinggi, sedang, dan rendah. Fauzia *et al.* [25] juga melakukan hal yang sama pada daerah dengan penyebaran ISPA menggunakan *k-means clustering*, yang menghasilkan juga tiga cluster: daerah tinggi, sedang, dan rendah penyebaran ISPA. Beberapa contoh lain terkait penggunaan *clustering* adalah untuk mengelompokkan risiko penyakit hipertensi berdasarkan pola umur dan tekanan sistolik dan diastolik pasien menjadi 2, yakni cluster 0 kategori normal dan cluster 1 kategori hipertensi [21]. Selain memetakan penyakit dan daerah, *clustering* juga telah digunakan Al Ghozali *et al.* [26] untuk mengelompokkan data kinerja anggaran pemerintah menjadi delapan *cluster* dengan hasil cluster optimal dan beberapa *cluster* lain yang memerlukan tindak lanjut lebih jauh. Di cakupan yang lebih luas, Russell *et al.* [27] pernah melakukan analisis *clustering* untuk menentukan kelompok negara yang memiliki karakteristik serupa untuk mengevaluasi efektivitas biaya intervensi kesehatan masyarakat.

Ruang lingkup penelitian ini adalah APBD seluruh pemerintah daerah tahun 2021 pada level sub kegiatan di fungsi kesehatan; Sub Indeks Penyakit Tidak Menular dari Pembangunan Kesehatan Masyarakat (IPKM) seluruh pemerintah daerah Provinsi (tahun 2018 dan 2023); Prevalensi Obesitas berdasarkan Kategori IMT pada Penduduk Dewasa (umur >18 Tahun); Prevalensi Depresi umur > 18 Tahun; Prevalensi Diabetes Melitus berdasarkan Diagnosis Dokter pada Penduduk Semua Umur; serta Prevalensi Hipertensi berdasarkan Diagnosis Dokter atau Minum Obat Antihipertensi pada Penduduk Umur  $\geq 18$  Tahun. Sub Indeks

dan prevalensi menggunakan tahun 2018 dan tahun 2023 yang merupakan dua publikasi Indeks Pembangunan Masyarakat (IPKM) dan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) terbaru dari Kementerian Kesehatan, yang disurvei setiap lima tahun. Selain itu, dengan menggunakan IPKM dan Riskesdas yang rilis sebelum dan sesudah APBD yang dibedah, penelitian ini juga berusaha untuk menghubungkan perilaku pemerintah daerah dengan penganggaran kesehatan di daerahnya di masa pandemi Covid 19, apakah telah memperhatikan IPKM dan Riskesdas yang merupakan sarana dalam mengukur kinerja anggaran kesehatan di wilayah masing-masing, serta apakah terdapat perubahan pada peringkat IPKM sesuai hasil *clustering* daerah.

*Clustering* bertujuan untuk memetakan dan mengelompokkan data sehingga analisis dan kebijakan lebih lanjut dapat dilakukan. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelompokkan pemerintah daerah per provinsi terkait anggaran penyakit tidak menular, sehingga bisa mengetahui pola pendanaan pemerintah-pemerintah daerah terkait penyakit tidak menular serta bagaimana pemerintah daerah dapat mengoptimalkan anggaran terkait penyakit tidak menular dan realokasi sumber daya berdasarkan prevalensi penyakit.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif menggunakan metode unsupervised learning berupa clustering k-Means. Metode ini memiliki tiga tahapan, yakni *data gathering*; *data preparation*; dan *clustering*.



**Gambar 1.** Metode Penelitian

*Data gathering* merupakan tahap pengumpulan data yang akan dilakukan analisis. Dataset yang digunakan adalah APBD 2021, serta Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat terbaru tahun 2018 dan Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 yang diperoleh dari Kementerian Kesehatan. Selanjutnya, *data preparation* adalah langkah menyiapkan data yang telah dikumpulkan sehingga bisa digunakan dalam analisis. Didapatkan sebanyak 33.990 sub kegiatan dari 33 provinsi yang memiliki sub kegiatan dengan kata kunci tersebut. Untuk provinsi DKI Jakarta tidak ada nama sub kegiatan dengan kata kunci.

Sub Kegiatan yang ditemukan terkait kata kunci tersebut antara lain:

1. Pengelolaan pelayanan kesehatan gizi Masyarakat
2. Pengelolaan pelayanan kesehatan jiwa dan napza
3. Pengelolaan pelayanan kesehatan orang dengan gangguan jiwa berat
4. Pengelolaan pelayanan kesehatan orang dengan masalah kesehatan jiwa odmk
5. Pengelolaan pelayanan kesehatan penderita diabetes melitus
6. Pengelolaan pelayanan kesehatan penderita hipertensi

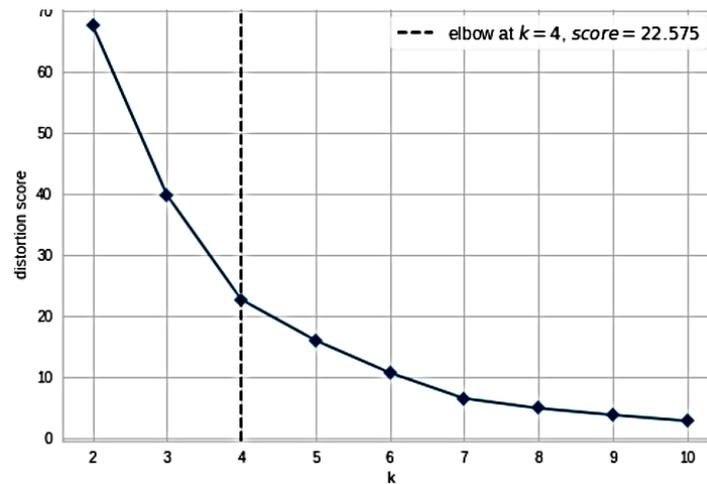
Sebelum data diolah pada *clustering*, dilakukan Normalisasi. Normalisasi dilakukan supaya tidak terdapat rentang nilai yang jauh berbeda pada data yang sedang diolah. Dengan menggunakan normalisasi, hasil perhitungan akan semakin akurat karena tidak ada data besar yang mendominasi data yang lebih kecil [28].

Dengan melakukan normalisasi, kita bisa menemukan rentang baru dari rentang yang telah ada. Teknik Normalisasi Min-Max menyediakan transformasi linier pada rentang asli, sedangkan Normalisasi Min-Max merupakan teknis sederhana yang dapat secara khusus menyesuaikan data ke dalam batas yang telah ditentukan sebelumnya. Rumus Normalisasi Min-Max ditunjukkan pada persamaan 1.

$$A' = \left( \frac{A - \text{Value of } A}{\text{value of } A - \text{value of } A} \right) * (D - C) + C \quad (1)$$

Di mana: A' merupakan Data yang telah dilakukan normalisasi Min-Max; A merupakan Data asli; C dan D merupakan batas data yang ditentukan.

Tahap selanjutnya adalah analisis data menggunakan *Clustering*. *Clustering* dilakukan dengan menggunakan *K-means Clustering* berdasarkan anggaran sub kegiatan yang berhubungan dengan penanganan penyakit tidak menular.



Gambar 2. Elbow method

Gambar 2 untuk menentukan jumlah  $k$ - yang optimal . Berdasarkan *elbow method* sesuai gambar 2 di atas, diketahui jumlah cluster ( $k$ ) yang cocok sebanyak empat. Sehingga selanjutnya dilakukan pemodelan dengan menggunakan *K-means Clustering* dengan  $k$  sebanyak empat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Validitas Hasil Clustering

Untuk menilai kualitas *cluster* yang terbentuk melalui algoritma K-Means, Penelitian ini menggunakan tiga indeks validitas cluster, yaitu *Silhouette Index* (SI), *Davies-Bouldin Index* (DBI), dan *Calinski-Harabasz Index* (CHI) dengan hasil sesuai tabel 1. Ketiga indeks tersebut biasa digunakan untuk mengevaluasi kualitas *cluster* yang dibentuk oleh algoritma K-Means berdasarkan pada kohesi (seberapa erat hubungan antar objek dalam satu klaster) dan pemisahan (seberapa jauh suatu klaster dari klaster lainnya).

Tabel 1. Skor Clustering

Silhouette Index (SI)	Calinski – Harabasz	Davies – Bouldin
0,6156	50,245	0,4769

1. *Silhouette Index (SI)*: SI untuk hasil *clustering* adalah 0,6156. SI mengukur seberapa mirip suatu objek dalam clusternya sendiri dibandingkan dengan cluster lain. Skor SI memiliki rentang dari -1 hingga 1. Semakin mendekati 1, maka data point dianggap telah terklasterisasi dengan baik dan terpisah dengan jauh dari data dari *cluster* lain. Skor di atas 0,5 umumnya menunjukkan bahwa klaster terdefinisi dengan cukup baik.
2. *Calinski-Harabasz Index (CHI)*: Nilai CHI yang diperoleh adalah 50,245. CHI mengukur rasio antara total dispersi antar-*cluster* dengan total dispersi intra-*cluster*. Semakin tinggi nilai CHI, semakin baik pemisahan klaster yang dihasilkan. Skor 50,245 ini mengindikasikan bahwa hasil klasterisasi dalam penelitian ini cukup baik dalam membedakan data antara klaster yang berbeda, menunjukkan bahwa variasi antar-klaster lebih besar dibandingkan dengan variasi di dalam klaster itu sendiri.
3. *Davies-Bouldin Index (DBI)*: Nilai DBI yang diperoleh adalah sebesar 0,4769. DBI digunakan untuk menilai rata-rata kesamaan setiap *cluster* dengan *cluster* yang paling mirip. Nilai DBI yang rendah menunjukkan bahwa kelompok *cluster* tersebut terkonsentrasi dengan kompak dan terpisah dengan baik/ Hal ini juga menunjukkan bahwa jarak antara *cluster-cluster* yang berbeda relatif cukup besar terhadap ukuran *cluster* itu sendiri. Skor 0,4769 yang dihasilkan menunjukkan bahwa cluster tersebut telah dipisahkan dengan baik satu sama lain serta memiliki tingkat kompaksi yang baik.

#### 3.2 Hasil Clustering

Penelitian ini menggunakan *clustering K-Means* untuk mengelompokkan pemerintah daerah per provinsi berdasarkan anggaran dari sub kegiatan yang berhubungan dengan penyakit tidak menular. Dari hasil *clustering* sesuai Tabel 2, terdapat empat cluster yakni cluster 0, 1, 2, 3. Cluster 0 berisikan 5 Provinsi. Cluster 1 hanya berisikan Provinsi Sumatera Utara. Cluster 2 berisikan 28 provinsi dan Cluster 3 berisi Provinsi Jawa Timur. Rata-rata anggaran kesehatan yang berkaitan dengan penyakit tidak menular tiap cluster dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Hasil Cluster berdasarkan Sub Indeks Penyakit Tidak Menular

Cluster	Provinsi
Cluster 0	Aceh, Jawa Barat, Jawa Tengah, Papua, Sulawesi Selatan (5 Provinsi)
Cluster 1	Sumatera Utara (1 Provinsi)
Cluster 2	Bali; Bangka Belitung; Banten; Bengkulu; DI Yogyakarta; Gorontalo; Jakarta; Jambi; Kalimantan Barat; Kalimantan Selatan; Kalimantan Tengah; Kalimantan Timur; Kalimantan Utara; Kepulauan Riau; Lampung; Maluku Utara; Maluku; Nusa Tenggara Barat; Nusa Tenggara Timur; Papua Barat; Riau, Sulawesi Barat; Sulawesi Tengah; Sulawesi Tenggara; Sulawesi Utara; Sumatera Barat; Sumatera Selatan (27 Provinsi)
Cluster 3	Jawa Timur (1 Provinsi)

**Tabel 3.** Rata-rata Anggaran Kesehatan Sub Kegiatan terkait Penyakit Tidak Menular Tiap Cluster

Cluster	Rata-Rata Total Anggaran Per Cluster (Rp)	Jumlah Provinsi
Cluster 0	75.488.740.479	5
Cluster 1	126.647.823.544	1
Cluster 2	20.640.186.172	27
Cluster 3	172.085.836.430	1

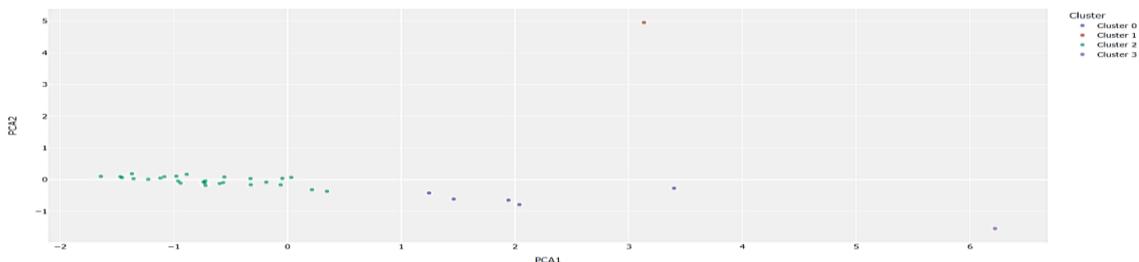
Hal yang menarik dari Tabel 3 adalah, cluster 1 dan cluster 3 hanya berisi satu provinsi, yakni Sumatera Utara pada cluster 1 dan Jawa Timur pada cluster 3. Untuk membahas lebih detail, berikut merupakan anggaran sub kegiatan pada kedua pemerintah provinsi tersebut dibandingkan dengan anggaran rata-rata nasional ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan Dana Cluster 1 dan 3 dengan Rata-Rata Nasional

Provinsi	Kesehatan Gizi/Obesitas (Rp)	Gangguan mental Emosional/ Kesehatan Jiwa (Rp)	Diabetes (Rp)	Hipertensi (Rp)
Sumatera Utara (Cluster 1)	83.856.415.305	4.351.210.648	37.225.791.193	1.214.406.398
Jawa Timur (Cluster 3)	149.183.827.942	12.744.430.228	4.747.289.689	5.410.288.571
Rata-rata nasional	29.893.033.511	3.011.634.562	2.456.721.901	916.915.586
<i>Max value</i>	149.183.827.942	14.402.633.189	37.225.791.193	5.410.288.571

Dari Tabel 4 diketahui bahwa Sumatera Utara menunjukkan anggaran paling tinggi (*max value*) pada sub kegiatan penanganan diabetes dibanding dengan rata-rata nasional, yakni sebesar Rp37.225.791.193. Selain itu, meskipun tidak setinggi Jawa Timur, dan sub kegiatan untuk kesehatan gizi /obesitas Sumatera Utara adalah sebesar Rp83.856.415.305. Sedangkan Jawa Timur memiliki dana kesehatan gizi/obesitas yang paling tinggi (*max value*), sebesar Rp149.183.827.942; dan dana penanganan hipertensi tertinggi nasional (*max value*) sebesar Rp5.410.288.571.

Secara visual, hasil cluster pemerintah daerah berdasarkan anggaran terkait penyakit tidak menular dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Visualisasi hasil cluster berdasarkan sub index penyakit tidak menular

### 3.3 Hasil Perbandingan dengan Outcome

Penelitian ini tidak membandingkan secara mendalam anggaran seluruh Provinsi, namun sebatas pada pemerintah daerah yang memiliki dana tertinggi pada masing-masing sub kegiatan terkait penyakit tidak menular. Penelitian ini menggunakan Prevalensi Obesitas berdasarkan Kategori IMT pada Penduduk Dewasa (umur >18 Tahun) menurut Provinsi (%) untuk penyakit obesitas; Prevalensi Depresi Usia >15th (%) untuk

gangguan mental emosional/kesehatan jiwa; Prevalensi Diabetes Melitus berdasarkan Diagnosis Dokter pada Penduduk Semua Umur menurut Provinsi (%) untuk penyakit diabetes melitus; Prevalensi Hipertensi berdasarkan Diagnosis Dokter atau Minum Obat Anti hipertensi pada Penduduk Umur  $\geq 18$  Tahun menurut Provinsi (%) untuk penyakit hipertensi.

Dari analisis yang dilakukan, angka prevalensi tertinggi obesitas ada pada provinsi Sulawesi Utara dan terendah di Nusa Tenggara Timur; angka prevalensi tertinggi depresi ada pada provinsi Sulawesi Tengah dan terendah di Jambi; angka prevalensi tertinggi diabetes melitus ada pada provinsi Jakarta dan terendah di Nusa Tenggara Timur; dan angka prevalensi tertinggi hipertensi ada pada Kalimantan Selatan dengan angka prevalensi terendah ada di Papua.

Jawa Timur sebagai provinsi dengan dana tertinggi sub kegiatan pelayanan gizi masyarakat/obesitas menempati peringkat prevalensi 15 dari 34 provinsi; Aceh sebagai provinsi dengan dana tertinggi sub kegiatan gangguan mental emosional/kesehatan jiwa menempati peringkat prevalensi 26 dari 34 provinsi; Sumatera Utara dengan dana tertinggi sub kegiatan diabetes melitus menempati peringkat prevalensi 13 dari 34; sedangkan Jawa Timur sebagai provinsi dengan dana tertinggi sub kegiatan hipertensi menempati peringkat 6 dari 34 provinsi. Data lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5. Perbandingan dengan Prevalensi.

**Tabel 5.** Perbandingan dengan Prevalensi

Prevalensi	Angka prevalensi tertinggi	Angka prevalensi terendah	Provinsi dengan dana tertinggi tiap Prevalensi	Peringkat prevalensi provinsi dengan dana tertinggi tiap prevalensi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Prevalensi Obesitas berdasarkan Kategori IMT pada Penduduk Dewasa (umur >18 Tahun) menurut Provinsi (%)	30,2 (Sulawesi Utara)	10,3 (Nusa Tenggara Timur)	Jawa Timur	15/34
Prevalensi Depresi (umur >15)(%)	12,3 (Sulawesi Tengah)	1,8 (Jambi)	Aceh	26/34
Prevalensi Diabetes Melitus berdasarkan Diagnosis Dokter pada Penduduk Semua Umur menurut Provinsi (%)	2,6 (Jakarta)	0,6 (Nusa Tenggara Timur)	Sumatera Utara	13/34
Prevalensi Hipertensi berdasarkan Diagnosis Dokter atau Minum Obat Antihipertensi, pada Penduduk Umur $\geq 18$ Tahun menurut Provinsi (%)	44,13 (Kalimantan Selatan)	22,22 (Papua)	Jawa Timur	6/34

Peringkat prevalensi provinsi dihitung berdasarkan tingkat prevalensi penyakit setiap provinsi. Semakin tinggi prevalensi, maka provinsi tersebut memiliki peringkat teratas, dan seterusnya. Dalam hasil analisis, provinsi seperti Jambi, NTT, dan Papua yang memiliki prevalensi penyakit terendah tergolong dalam cluster 2, sama dengan Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, DKI Jakarta, dan Kalimantan Selatan yang memiliki prevalensi tertinggi. Hal ini menunjukkan adanya potensi ketidakmerataan dalam alokasi anggaran, di mana provinsi dengan prevalensi penyakit yang sangat berbeda memiliki rata-rata alokasi anggaran yang serupa. Untuk mengoptimalkan anggaran, pemerintah daerah dengan prevalensi penyakit tinggi perlu mempertimbangkan peningkatan alokasi untuk penanganan penyakit tidak menular. Sementara itu, pemerintah daerah dalam cluster 1 (Sumatera Utara) dan cluster 3 (Jawa Timur) dapat mempertimbangkan realokasi anggaran untuk membentuk dana siaga pandemi, yang lebih sesuai dengan kebutuhan lokal mereka.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan *clustering k-means* untuk menganalisis anggaran kesehatan pemerintah daerah di Indonesia, khususnya anggaran penyakit tidak menular seperti diabetes mellitus, hipertensi, gangguan mental emosional, dan obesitas. Data anggaran kesehatan yang digunakan adalah data 33 provinsi di tahun 2021. Berdasarkan *elbow method*, didapatkan empat cluster dengan *silhouette score* 0,6156 yang mengindikasikan *cluster* telah terdefiniskan dengan baik. Dari keempat *cluster* tersebut (cluster 0, 1, 2, 3), cluster 0 berisikan 5 Provinsi dengan rata-rata anggaran sub kegiatan penyakit tidak menular sebesar Rp75.488.740.479. Cluster 1 hanya berisikan Provinsi Sumatera Utara dengan rata-rata anggaran sub kegiatan penyakit tidak menular sebesar Rp126.647.823.544. Cluster 2 berisikan 28 provinsi dengan rata-rata anggaran sub kegiatan penyakit tidak menular sebesar Rp20.640.186.172 dan Cluster 3 berisi Provinsi Jawa Timur dengan rata-rata anggaran sub kegiatan penyakit tidak menular sebesar Rp172.085.836.430.

Keempat cluster tersebut memberikan indikasi terkait daerah mana saja yang memiliki perilaku khusus, contohnya cluster 1 yang hanya berisi Provinsi Sumatera Utara; dan cluster 3 berisi Jawa Timur. Selanjutnya, analisis secara lebih lanjut dapat dilakukan terhadap anggaran tiap cluster tersebut. Contoh analisis anggaran yang dilakukan adalah perbandingan dengan *outcome* terpilih. Dari hasil cluster tersebut, dua provinsi terindikasi menerima alokasi pendanaan yang cukup tinggi, yaitu provinsi Sumatera Utara dan Jawa Timur. Sumatera Utara memiliki dana sub kegiatan diabetes tertinggi, namun memiliki prevalensi yang cukup rendah. Sedangkan Jawa Timur memiliki dana sub kegiatan hipertensi tertinggi tetapi juga memiliki tingkat prevalensi yang cukup tinggi. Hasil tersebut bisa dijadikan dasar untuk melakukan analisis, apakah terdapat daerah tertentu yang ternyata terlalu tinggi dalam menganggarkan kebutuhannya, yaitu dilihat dari prevalensi yang cukup rendah, sehingga dapat dipertimbangkan untuk dilakukan realokasi dana. Analisis juga menunjukkan bahwa provinsi dengan prevalensi penyakit yang lebih tinggi secara proporsional ternyata tidak mendapatkan pendanaan yang lebih tinggi juga. Dengan demikian, terdapat potensi optimalisasi anggaran untuk penyakit tidak menular serta pengalokasian ulang anggaran untuk membentuk dana darurat pandemi.

Penelitian selanjutnya dapat memperhitungkan faktor-faktor lain seperti pertumbuhan populasi, tingkat kematian akibat penyakit tidak menular, ketersediaan infrastruktur kesehatan, serta mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi di setiap provinsi. Selain itu, dengan mengintegrasikan data dari tahun-tahun yang berbeda dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang perubahan alokasi anggaran dari waktu ke waktu dan dampaknya terhadap prevalensi penyakit tidak menular.

## REFERENSI

- [1] N. Aeni, "Pandemi COVID-19: Dampak Kesehatan, Ekonomi, & Sosial," *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, vol. 17, no. 1, pp. 17–34, 2021, doi: 10.33658/jl.v17i1.249.
- [2] D. Junaedi and F. Salistia, "Dampak Pandemi Covid-19 terhadap Pertumbuhan Ekonomi Negara-negara Terdampak," *Simposium Nasional Keuangan Negara 2020*, vol. 2, no. 1, pp. 995–1013, 2020.
- [3] D. A. D. Nasution, E. Erlina, and I. Muda, "Dampak pandemi Covid-19 terhadap perekonomian Indonesia," *Jurnal Benefita*, vol. 5, no. 2, pp. 212–224, Jul. 2020, doi: 10.22216/jbe.v5i2.5313.
- [4] S. Olivia, J. Gibson, and R. Nasrudin, "Indonesia in the Time of Covid-19," *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, vol. 56, no. 2, pp. 143–174, 2020, doi: 10.1080/00074918.2020.1798581.
- [5] P. A. Joko, A. Bagas, and A. Ikhwan, "The impacts of COVID-19 pandemic to informal economic sector in Indonesia: Theoretical and empirical comparison," *E3S Web Conf.*, vol. 200, p. 3014, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202020003014.
- [6] E. Purwaningsih, "Analisis kebijakan kesehatan berdasarkan analisis kelompok risiko terhadap persebaran kasus covid-19 di indonesia tahun 2020," *Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia: JKKI*, vol. 10, no. 2, pp. 86–93, Jun. 2021, doi: 10.22146/jkki.61663.
- [7] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *PROFIL KESEHATAN INDONESIA 2021*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022.
- [8] N. Mona, "Konsep Isolasi dalam Jaringan Sosial untuk Meminimalisasi Efek Contagious (Kasus Penyebaran Virus Corona di Indonesia)," *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, vol. 2, no. 2, pp. 117–125, 2020, doi: 10.7454/jsht.v2i2.86.
- [9] R. M. A. Satria, R. V. Tutupoho, and D. Chalidyanto, "Analisis Faktor Risiko Kematian dengan Penyakit Komorbid Covid-19," *Jurnal Keperawatan Silampari*, vol. 4, no. 1, pp. 48–55, 2020, doi: 10.31539/jks.v4i1.1587.
- [10] C. C. S. Nanda, S. Indaryati, and D. Koerniawan, "Pengaruh Komorbid Hipertensi dan Diabetes Melitus terhadap Kejadian COVID-19 di Rumah Sakit Kota Palembang," *Jurnal Keperawatan Florence Nightingale (JKFN)*, vol. 4, no. 2, pp. 68–72, 2021, doi: 10.52774/jkfn.v4i2.72.
- [11] D. H. Tjandrarini *et al.*, *Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat 2018*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB), 2019.
- [12] Z. Zulfaizah, M. A. Nur, and M. Muzdalifah, "Strategi Peningkatan Kinerja Program Kesehatan sebagai Pembentuk Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Kalimantan Selatan," *WELFARE Jurnal Ilmu Ekonomi*, vol. 1, no. 2, pp. 90–102, 2020, doi: 10.37058/wlfr.v1i2.1769.
- [13] S. M. Shobiha and A. F. Yuniasih, "Pengidentifikasian Determinan Pembangunan Kesehatan Kabupaten/Kota di Indonesia Tahun 2018," *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, vol. 13, no. 1, pp. 71–88, 2022, doi: 10.46807/aspirasi.v13i1.2404.
- [14] R. Wowor, "Pengaruh belanja sektor kesehatan terhadap angka harapan hidup di Sulawesi Utara," *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, vol. 15, no. 2, pp. 62–73, 2015.
- [15] A. Sianturi, "Peran Pendapatan Asli Daerah Dalam Menunjang Desentralisasi Fiskal Dan Pembangunan Daerah (Studi Pada Dinas Pendapatan Kota Batu)," *Jurnal Administrasi Publik Mahasiswa Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 3, pp. 557–563, 2014.

- [16] Limasalle *et al.*, “Subnational Governments’ Autonomy vs. Capacity: The Need for Stronger Management Systems for Health Financing in Indonesia,” *Case Study Series on Devolution, Health Financing, and Public Financial Management*. ThinkWell, Jakarta, Apr. 2022.
- [17] H. S. Liando, D. P. E. Saerang, and I. Elim, “Analisis Kinerja Keuangan Pemerintah Kabupaten Kepulauan Sangihe Menggunakan Metode Value for Money,” *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, vol. 2, no. 3, pp. 1686–1814, 2014.
- [18] A. Tuasikal, “Fenomenologis Perencanaan Dan Penganggaran Pemerintah Daerah,” *Jurnal Akuntansi Universitas Jember*, vol. 11, no. 2, pp. 78–91, 2015, doi: 10.19184/jauj.v11i2.1266.
- [19] M. Wance, “Dinamika perencanaan anggaran pada anggaran pendapatan belanja daerah (APBD) buru selatan,” *The Indonesian Journal of Public Administration (IJPA)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–17, 2019, doi: 10.52447/ijpa.v5i1.1648.
- [20] D. Novaliendry, Y. Hendriyani, C.-H. Yang, and H. Hamimi, “The Optimized K-Means Clustering Algorithms To Analyzed the Budget Revenue Expenditure in Padang,” in *Proceeding of International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI 2015)*, Sep. 2015.
- [21] F. Rahmadayanti, I. Anggraini, and T. Susanti, “Pengklasterisasian Data Penyakit Hipertensi dengan Menggunakan Metode K-Means,” *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 2, pp. 737–741, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i2.2905.
- [22] D. R. Sandoval Serrano, J. C. Rincón, J. Mejía-Restrepo, E. R. Núñez-Valdez, and V. García-Díaz, “Forecast of Medical Costs in Health Companies Using Models Based on Advanced Analytics,” *Algorithms*, vol. 15, no. 4, 2022, doi: 10.3390/a15040106.
- [23] K. Fatmawati and A. P. Windarto, “Data Mining: Penerapan rapidminer dengan K-means cluster pada daerah terjangkau demam berdarah dengue (DBD) berdasarkan provinsi,” *Journal of Computer Engineering System and Science*, vol. 3, no. 2, p. 173, 2018.
- [24] M. A. Sembiring, R. T. A. Agus, and M. F. L. Sibuea, “Penerapan Metode Algoritma K-Means Clustering Untuk Pemetaan Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD),” *Journal of Science and Social Research*, vol. 4, no. 3, pp. 336–341, 2021, doi: 10.54314/jssr.v4i3.712.
- [25] I. K. Fauzia, B. A. Dermawan, and T. N. Padilah, “Penerapan K-Means Clustering pada Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di Kabupaten Karawang,” *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. 15, no. 1, pp. 88–94, 2020, doi: 10.30864/jsi.v15i1.350.
- [26] I. Hadi Al Ghozali, I. Afan, and T. Lestari, “Comparative Analysis Clustering Algorithm for Government’s Budget Performance Data,” *CogITO Smart Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 157–170, 2024, doi: 10.31154/cogito.v10i1.611.578-591.
- [27] L. B. Russell, G. Bhanot, S.-Y. Kim, and A. Sinha, “Using Cluster Analysis to Group Countries for Cost-effectiveness Analysis: An Application to Sub-Saharan Africa,” *Medical Decision Making*, vol. 38, no. 2, pp. 139–149, 2018, doi: 10.1177/0272989X17724773.
- [28] M. Rais, R. Goejantoro, and S. Prangga, “Optimalisasi K-Means Cluster dengan Principal Component Analysis pada Pengelompokan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Tingkat Pengangguran Terbuka,” *EKSPONENSIAL*, vol. 12, no. 2, pp. 129–136, 2021, doi: 10.30872/eksponensial.v12i2.805.