

Analisis Klasterisasi Kinerja Anggaran pada Satuan Kerja di Lingkup Kanwil DJPb DKI Jakarta

Agus Priyono^{*1}, Feri Susilo Gagal Rencana², Indra³

^{1,2,3}Magister Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Indonesia
Email: ¹2311601765@student.budiluhur.ac.id, ²2311601823@student.budiluhur.ac.id,
³indra@budiluhur.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola kinerja anggaran satuan kerja Kanwil DJPb DKI Jakarta menggunakan metode klasterisasi. Data yang digunakan mencakup Indikator Kinerja Pelaksanaan Anggaran (IKPA), realisasi anggaran, dan pagu anggaran tahun 2024. Teknik klasterisasi yang digunakan adalah K-Means dan Klasterisasi Hirarki (Single Linkage), serta validasi klaster menggunakan metode Silhouette Score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode K-Means membagi satuan kerja ke dalam empat klaster dengan distribusi yang signifikan, dengan mayoritas satuan kerja (65,3%) menunjukkan kinerja anggaran yang tinggi, sementara 3,8% satuan kerja tergolong dalam klaster dengan kinerja rendah. Klasterisasi Hirarki mengungkap adanya outlier yang perlu ditindaklanjuti, termasuk satuan kerja tanpa realisasi anggaran dan satuan kerja dengan pagu sangat besar. Temuan utama menunjukkan bahwa sebagian besar satuan kerja telah berhasil merealisasikan anggaran secara optimal, namun terdapat klaster yang memerlukan perhatian khusus akibat rendahnya persentase realisasi atau kendala struktural dalam pengelolaan anggaran. Kombinasi kedua metode memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pola kinerja anggaran, serta identifikasi kelompok yang memerlukan intervensi kebijakan. Rekomendasi diberikan untuk meningkatkan efisiensi anggaran pada klaster dengan kinerja rendah dan mempertahankan kualitas kinerja pada klaster dominan. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai pola pengelolaan anggaran yang dapat menjadi dasar kebijakan perbaikan kinerja satuan kerja di lingkungan DJPb.

Kata kunci: Anggaran, IKPA, Klasterisasi, K-Means, Klasterisasi Hirarki

Clustering Analysis of Budget Performance in Work Units within the Regional Office of DJPb DKI Jakarta

Abstract

This research aims to analyze the budget performance patterns of DKI Jakarta Regional Office of DJPb work units using the clustering method. The data used includes Budget Implementation Performance Indicators (IKPA), budget realization, and the 2024 budget ceiling. The clustering techniques used are K-Means and Hierarchical Clustering (Single Linkage), as well as cluster validation using the Silhouette Score method. The research results show that the K-Means method divides work units into four clusters with significant distribution, with the majority of work units (65.3%) showing high budget performance, while 3.8% of work units fall into the cluster with low performance. Hierarchical Clustering revealed that there were outliers that needed to be followed up, including work units without budget realization and work units with very large ceilings. The main findings show that the majority of work units have succeeded in realizing the budget optimally, however there are clusters that require special attention due to the low percentage of realization or structural obstacles in budget management. The combination of both methods provides a more comprehensive understanding of budget performance patterns, as well as identification of groups that require policy intervention. Recommendations are given to increase budget efficiency in low-performing clusters and maintain performance quality in dominant clusters. This research provides insight into budget management patterns which can be the basis for policies to improve work unit performance within the DJPb environment

Keywords: Budget, Clustering, Hierarchical Clustering, IKPA, K-Means, Single Linkage

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan anggaran yang efektif dan efisien merupakan faktor utama dalam memastikan keberhasilan program pembangunan nasional. Kementerian Keuangan melalui Kanwil DJPb memiliki peran strategis dalam

mengawasi dan mengoptimalkan penggunaan anggaran oleh satuan kerja (satker). Namun, dalam praktiknya, realisasi anggaran sering menghadapi berbagai tantangan, seperti ketidaktepatan penyerapan anggaran, kesenjangan dalam pelaksanaan program, serta disparitas kinerja antar satuan kerja.

IKPA merupakan indikator yang ditetapkan oleh Kementerian Keuangan untuk mengukur kualitas kinerja pelaksanaan anggaran kementerian/lembaga nasional, meliputi kesesuaian dengan rencana, efektivitas pelaksanaan anggaran, efisiensi pelaksanaan anggaran, dan kepatuhan.[1]

Sebagai salah satu instrumen pengukuran kinerja pelaksanaan anggaran, Indikator Kinerja Pelaksanaan Anggaran (IKPA) memberikan gambaran menyeluruh mengenai kualitas pengelolaan anggaran oleh satuan kerja. IKPA mencakup sejumlah aspek seperti efisiensi penyerapan anggaran, ketepatan waktu pelaksanaan, serta efektivitas dalam mencapai sasaran program.[2] Namun, mengingat heterogenitas karakteristik satuan kerja, diperlukan pendekatan analitis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi pola kinerja yang ada.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah klusterisasi, yaitu metode pengelompokan data berdasarkan karakteristik yang serupa. Penelitian ini menerapkan dua metode utama, yaitu K-Means dan Klusterisasi Hirarki (Single Linkage). K-Means dikenal sebagai metode klusterisasi berbasis partisi yang efisien dalam mengelompokkan dataset besar. Klusterisasi Hirarki (Single Linkage) lebih unggul dalam mengidentifikasi hubungan hierarkis antar data dan mendeteksi anomali, seperti satuan kerja dengan pagu besar tetapi realisasi rendah atau tanpa realisasi anggaran.[3] Dengan mengkombinasikan kedua metode ini, diharapkan dapat diperoleh pemetaan kinerja yang lebih komprehensif.

Penelitian ini dilakukan pada satuan kerja di lingkup Kanwil DJPb DKI Jakarta dengan memanfaatkan data IKPA, pagu, dan realisasi anggaran tahun 2024. Hasil analisis diharapkan tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai distribusi kinerja anggaran, tetapi juga menjadi dasar dalam merumuskan strategi perbaikan dan intervensi kebijakan yang lebih tepat sasaran. [1]

Pengelolaan anggaran satuan kerja merupakan tantangan yang kompleks, terutama dalam memastikan bahwa setiap satuan kerja mampu mencapai tujuan program secara efektif. Dalam konteks ini, analisis pola kinerja menjadi penting untuk mengidentifikasi kesamaan dan perbedaan kinerja antar satuan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan utama:

1. Bagaimana klusterisasi dapat digunakan untuk memahami pola kinerja anggaran satuan kerja di Kanwil DJPb DKI Jakarta?
2. Apakah terdapat perbedaan hasil pengelompokan antara metode K-Means dan Klusterisasi Hirarki (Single Linkage)?
3. Apa saja karakteristik klaster yang terbentuk berdasarkan variabel utama seperti IKPA, total pagu, total realisasi, dan persentase realisasi?
4. Bagaimana hasil klusterisasi dapat mendukung perumusan kebijakan peningkatan efektivitas pengelolaan anggaran?

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi pola kinerja anggaran satuan kerja di lingkup Kanwil DJPb DKI Jakarta melalui pendekatan klusterisasi berbasis data
2. Menganalisis dan membandingkan hasil klusterisasi menggunakan metode K-Means dan Klusterisasi Hirarki Single Linkage dalam pengelompokan kinerja anggaran. [5]
3. Menggambarkan karakteristik klaster yang terbentuk berdasarkan variabel kunci seperti Nilai IKPA, Total Pagu, Total Realisasi, dan Persentase Realisasi.
4. Memberikan rekomendasi strategis berdasarkan hasil klusterisasi untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan anggaran dan mengoptimalkan realisasi anggaran satuan kerja.[6]

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa IKPA memiliki korelasi positif dengan tingkat keberhasilan pelaksanaan anggaran, terutama dalam memastikan kesesuaian antara pagu anggaran dan realisasinya.[6] Evaluasi kinerja anggaran melalui IKPA memungkinkan pemerintah untuk mengidentifikasi kelemahan dalam pengelolaan anggaran pada tingkat satuan kerja.[2]

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan metode klusterisasi untuk menganalisis kinerja keuangan dan anggaran, di antaranya:

1. Analisis Kinerja APBD Provinsi di Indonesia Menggunakan Klusterisasi K-Means (Jurnal Unigal, 2023) Mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan kinerja keuangan menggunakan metode K-Means untuk memahami kesamaan karakteristik anggaran antar provinsi.
2. Implementasi K-Means Clustering untuk Optimalisasi Anggaran Penyakit Tidak Menular (Journal IRPI, 2022) Menggunakan K-Means untuk mengelompokkan alokasi anggaran kesehatan daerah guna mengidentifikasi distribusi dana yang lebih optimal.
3. Pengelompokan Satuan Kerja Provinsi Maluku Berdasarkan IKPA dengan Analisis Klaster K-Means (Jurnal Variance, 2021) Menganalisis klusterisasi satuan kerja di Maluku berdasarkan Indikator IKPA guna meningkatkan efektivitas pemantauan anggaran.

4. Kinerja Keuangan dan Klasterisasi 8 Provinsi Maritim di Indonesia (Jurnal UMRAH, 2020) Menggunakan metode klasterisasi untuk mengevaluasi kinerja keuangan provinsi berbasis wilayah maritim.

5. Analisis Kinerja Keuangan Bank-Bank Global Menggunakan Clustering Model K-Means (Jurnal Bakrie, 2023) Menerapkan K-Means untuk membandingkan kinerja keuangan bank di Indonesia dengan bank global.

6. Perbandingan Metode K-Means dan Fuzzy C-Means dalam Pengelompokan Data Kinerja Karyawan (Jurnal FMIPA Unmul, 2021) Menguji keefektifan metode K-Means dalam klasterisasi kinerja karyawan dibandingkan dengan metode lain.

7. Penerapan Model-Based Clustering pada Pengelompokan Saham Berdasarkan Rasio Keuangan (Jurnal STIS, 2021) Menganalisis pengelompokan perusahaan berdasarkan indikator keuangan menggunakan metode berbasis model clustering.

8. Analisis Clustering Berdasarkan Kinerja Keuangan pada Bank Pembiayaan Rakyat Syariah di Indonesia (Jurnal UMY, 2020) Menggunakan klasterisasi untuk mengevaluasi kinerja keuangan BPRS berdasarkan rasio finansial utama.

9. Pengelompokan Kualitas Kinerja Pegawai Menggunakan Metode K-Means Clustering (Jurnal Unikom, 2022) Menerapkan K-Means untuk mengelompokkan pegawai berdasarkan kinerja kerja.

Dari penelitian terdahulu, belum ada kajian yang secara spesifik menerapkan metode klasterisasi untuk menganalisis kinerja anggaran satuan kerja di lingkungan Kanwil DJPb DKI Jakarta. Penelitian ini berkontribusi dengan:

- Menggunakan kombinasi K-Means dan Klasterisasi Hirarki untuk memahami pola kinerja anggaran satuan kerja, yang belum banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya.
- Menggunakan data IKPA, total pagu, dan realisasi anggaran sebagai variabel utama untuk analisis klasterisasi.
- Menawarkan rekomendasi kebijakan berbasis data bagi Kanwil DJPb untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan anggaran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis data berbasis klasterisasi untuk mengelompokkan satuan kerja berdasarkan pola kinerja anggarannya. Metode ini bersifat kuantitatif dengan memanfaatkan algoritma klasterisasi untuk menggali pola dalam dataset yang besar.[7]

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Kanwil DJPb DKI Jakarta untuk tahun anggaran 2024. Dataset mencakup variabel utama berikut:

2.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

1. Nilai IKPA, sebagai indikator kinerja utama.
2. Total Pagu dan Total Realisasi, untuk menilai skala anggaran yang dikelola.
3. Persentase Realisasi Anggaran, untuk menggambarkan efisiensi penggunaan anggaran. Dataset diperoleh dari Kanwil DJPb DKI Jakarta tahun anggaran 2024.

Tabel 1. Variabel Utama Penelitian

Variabel	Mean	Median	Min	Max
Nilai IKPA	92.06	93.49	37.81	100.00
Persentase Realisasi	95.83%	98.00%	0.00%	137.43%
Total Pagu (miliar)	381,585	31,549	0	70,478,810
Total Realisasi (miliar)	360,661	30,713	0	66,405,950

2.2. Prosedur Analisis

2.2.1. Proses Pengolahan Data

- Pembersihan Data: Data yang mengandung nilai kosong (missing values) atau tidak wajar akan ditangani dengan imputasi atau penghapusan jika diperlukan.
- Standarisasi Data: Data diubah ke dalam skala standar menggunakan z-score memastikan bahwa semua variabel memiliki skala yang seimbang.[8]

Yang dirumuskan sebagai:

$$Z = \frac{(x - \mu)}{\sigma} \quad (1)$$

di mana X adalah nilai asli, μ adalah rata-rata, dan σ adalah standar deviasi variabel.

2.2.2. Klasterisasi Data

1. Klasterisasi K-Means:

- Algoritma K-Means digunakan untuk mengelompokkan satuan kerja berdasarkan pola kinerja anggaran.
- Pemilihan jumlah klaster optimal dilakukan dengan Metode Elbow dan Davies-Bouldin Index untuk mengevaluasi keseimbangan intra-klaster dan inter-klaster.[9]
- Algoritma iterasi K-Means dijalankan hingga konvergensi tercapai, dengan formulasi fungsi minimisasi jarak Euclidean:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} ||x - \mu_i||^2 \quad (2)$$

- di mana k adalah jumlah klaster, C_i adalah himpunan anggota klaster i , dan μ_i adalah centroid klaster.

2. Klasterisasi Hirarki (Single Linkage):

- Klasterisasi ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan hierarkis antar satuan kerja, serta mendeteksi outlier, yaitu satuan kerja dengan karakteristik ekstrem.[10]
- Dendrogram digunakan untuk memvisualisasikan struktur hubungan antar klaster. [6]
- Single Linkage mengelompokkan data berdasarkan jarak terdekat antar anggota klaster, menggunakan metrik minimum pairwise distance (d_{min}):

$$d(C_i, C_j) = \min_{x \in C_i, y \in C_j} d(x, y) \quad (3)$$

di mana C_i dan C_j adalah dua klaster, dan $d(x,y)$ adalah jarak antara dua titik data dalam klaster.

3. Evaluasi Klaster

a. Evaluasi Kualitas Klaster:

Silhouette Score digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik objek dalam suatu klaster dibandingkan dengan klaster lainnya.[9] Silhouette Score dihitung dengan rumus:

$$S(i) = \max(a(i), b(i)) - a(i) \quad (4)$$

di mana:

- $a(i)$ adalah rata-rata jarak antara titik data i dengan anggota lain dalam klasternya.
- $b(i)$ adalah rata-rata jarak antara titik data i dengan klaster terdekat lainnya.
- Nilai Silhouette Score berkisar antara -1 (buruk) hingga 1 (baik).

b. Pengujian Kestabilan Klaster

Dunn Index digunakan untuk mengevaluasi proporsi antara jarak minimum intra-klaster dengan jarak maksimum antar-klaster,[11] dengan rumus:

$$D = \max_k d(C_k) / \min_{i,j} d(C_i, C_j) \quad (5)$$

dimana $d(C_i, C_j)$ adalah jarak antar-klaster, dan $d(C_k)$ adalah diameter klaster terbesar. Nilai Dunn Index lebih tinggi menunjukkan klasterisasi yang lebih baik.

c. Validasi klaster dilakukan dengan membandingkan hasil klasterisasi K-Means dan Hirarki untuk mengidentifikasi pola yang konsisten.[12]

d. Analisis karakteristik klaster

- Rata-rata nilai IKPA, Total Pagu, Total Realisasi, dan Persentase Realisasi dibandingkan antar klaster.
 - Hasil klasterisasi K-Means dan Hirarki dibandingkan untuk melihat pola yang konsisten atau adanya perbedaan yang signifikan.
- a) Teknik Analisis dan Visualisasi
1. Visualisasi hasil klasterisasi dengan grafik dan tabel untuk menggambarkan distribusi dan karakteristik setiap klaster.[13]
 - Grafik scatter plot digunakan untuk menggambarkan distribusi klaster dalam dua dimensi.
 - Dendrogram digunakan untuk memvisualisasikan hubungan hierarkis antar satuan kerja dalam klasterisasi Hirarki.[14]

- Boxplot digunakan untuk membandingkan distribusi variabel antar kluster.
- 2. Interpretasi pola kluster dilakukan untuk memberikan insight mengenai kinerja anggaran masing-masing satuan kerja.
 - Insight yang diperoleh dari hasil klasterisasi dianalisis untuk memahami pola kinerja anggaran tiap kluster.
 - Implikasi terhadap strategi pengelolaan anggaran dibahas untuk mendukung pengambilan kebijakan berbasis data.
- b) Alat dan perangkat lunak yang digunakan
 Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak berikut:
 - Python dengan pustaka Scikit-Learn untuk klasterisasi dan validasi model.
 - Pandas dan NumPy untuk pengolahan dan manipulasi dataset.
 - Matplotlib dan Seaborn untuk visualisasi hasil klasterisasi.
 - SciPy untuk analisis statistik dalam klasterisasi Hirarki.

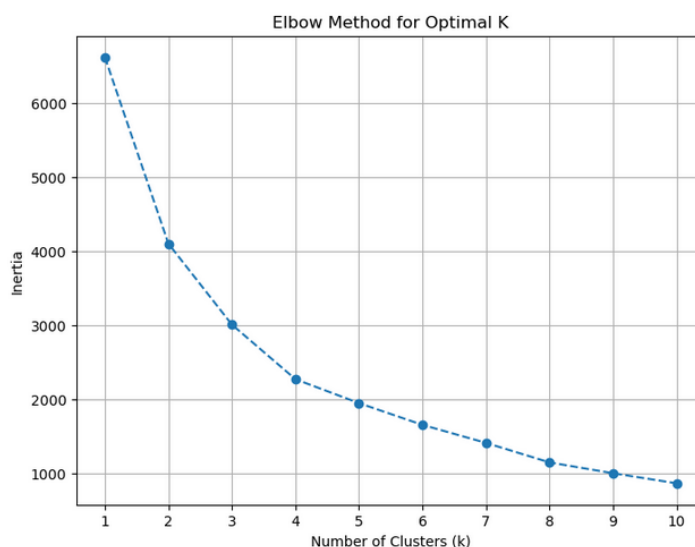
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Hasil Klasterisasi K-Means

1. Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Penentuan jumlah kluster optimal dilakukan menggunakan Metode Elbow, yang menunjukkan bahwa empat kluster adalah pilihan terbaik untuk dataset ini.[12] Grafik inertia pada Gambar 1 menunjukkan titik siku yang jelas pada $k = 4$, mengindikasikan bahwa pembagian data ke dalam empat kluster menghasilkan variasi yang optimal tanpa mengorbankan interpretasi data.



Gambar 1. Elbow Method

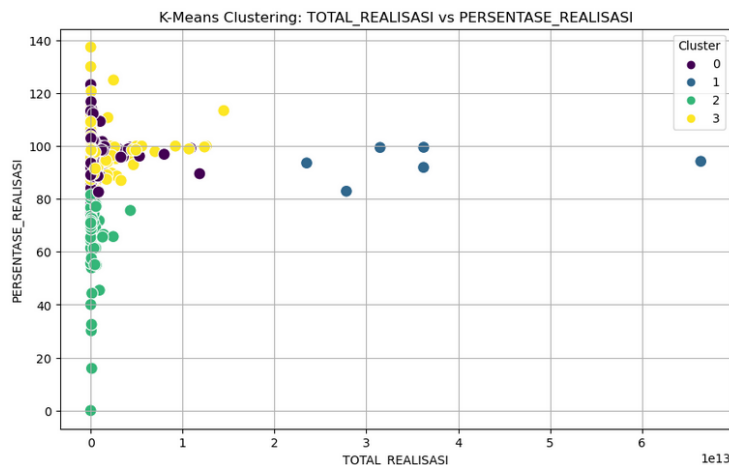
2. Karakteristik Kluster

Hasil klasterisasi K-Means mengelompokkan satuan kerja ke dalam empat kluster utama:

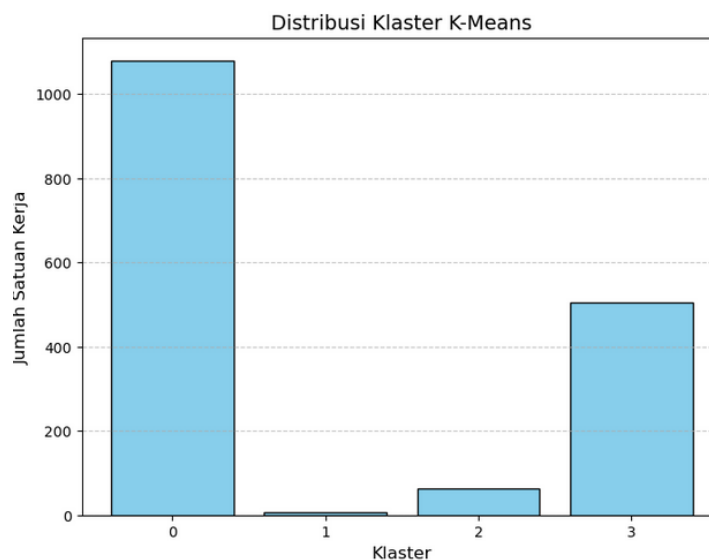
Tabel 2. Output Klasterisasi K-means

Kluster	Jumlah Satuan Kerja	Jumlah Satker %	Rata-rata Nilai IKPA	Rata-rata Persentase Realisasi
0	1080	65,3%	95.73	96.92%
1	6	0,4%	91.53	93.61%
2	63	3,8%	80.28	62.62%
3	505	30,5%	85.68	97.69%

- Cluster 0: Mayoritas satuan kerja (65,3%) termasuk dalam klaster ini, menunjukkan kinerja tinggi dan stabil, dengan nilai IKPA dan realisasi anggaran yang baik.
- Cluster 1: Meskipun hanya terdiri dari 6 satuan kerja, klaster ini memiliki pagu dan realisasi sangat besar, tetapi dengan persentase realisasi yang relatif lebih rendah dibandingkan klaster lain.
- Cluster 2: Klaster dengan kinerja rendah, terdiri dari 63 satuan kerja dengan nilai IKPA yang cukup rendah dan persentase realisasi hanya 62,62%.
- Cluster 3: Memiliki 505 satuan kerja, dengan kinerja baik, namun skala anggaran yang lebih kecil dibandingkan Cluster 1.



Gambar 2. K-Means Clustering (Scatter Plot)



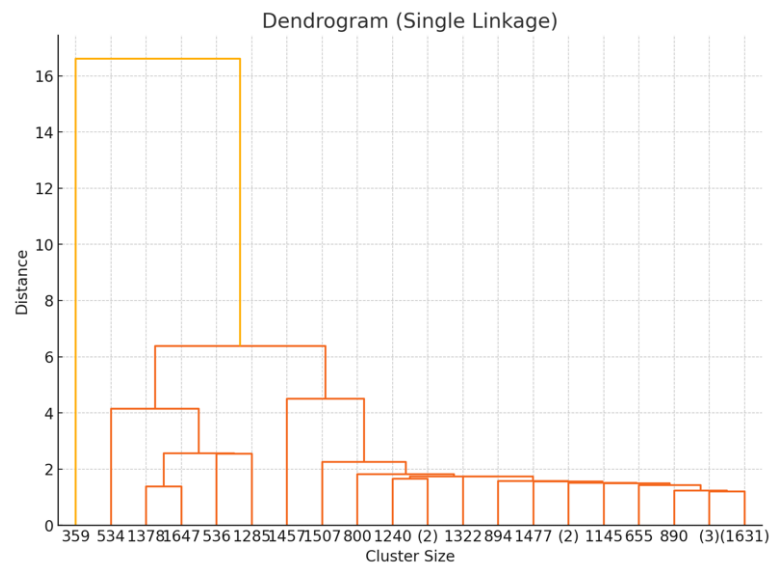
Gambar 3. Distribusi Klaster K-Means`

3.1.2. Hasil Klasterisasi Hirarki (Single Linkage)

1. Dendrogram dan Penentuan Klaster

Hasil klasterisasi Hierarki (Single Linkage) menunjukkan struktur hubungan antar satuan kerja yang lebih kompleks dibandingkan K-Means. Dendrogram pada Gambar 2 mengindikasikan adanya beberapa satuan kerja outlier, yang memiliki karakteristik berbeda signifikan dari mayoritas lainnya.[15]

Validasi klaster menggunakan Silhouette Score menunjukkan bahwa klasterisasi Hirarki lebih efektif dalam menangkap outlier dibandingkan K-Means.



Gambar 4. Dendrogram (Single Linkage)

2. Karakteristik Kluster

Klasterisasi Hirarki menghasilkan empat kelompok utama, dengan karakteristik sebagai berikut:

Kluster	Jumlah Satuan Kerja	Ciri Khas
1	5	Pagu besar, kinerja tinggi
2	1647	Mayoritas satuan kerja
3	1	Outlier dengan realisasi 0
4	1	Outlier dengan pagu besar

Tabel 3. Output Klasterisasi Hirarki

- Cluster 1: Mengelompokkan satuan kerja dengan pagu besar dan kinerja baik, tetapi jumlahnya hanya lima entitas.
- Cluster 2: Kluster dominan yang mencakup sebagian besar satuan kerja (1647 entitas), menunjukkan kinerja yang konsisten dan baik.
- Cluster 3: Outlier tunggal dengan Persentase Realisasi 0%, mencerminkan kegagalan total dalam pelaksanaan anggaran.
- Cluster 4: Outlier tunggal lainnya dengan skala anggaran yang sangat besar dan Nilai IKPA yang tinggi.

3.2. Diskusi

3.2.1. Konsistensi Pola

Dari hasil klasterisasi, ditemukan bahwa K-Means dan Single Linkage menunjukkan pola yang konsisten, tetapi memiliki pendekatan yang berbeda dalam mengelompokkan satuan kerja dengan karakteristik ekstrem (outlier).

Tabel 4. Perbandingan Klasterisasi K-Means dan Single Linkage

Metode	Kelebihan	Kekurangan
K-means	Efisien dalam mengelompokkan data yang besar	Kurang sensitif terhadap outlier
Single Linkage	Lebih baik dalam mendeteksi outlier	Sulit menginterpretasi kluster yang besar

Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti pentingnya kombinasi metode klasterisasi untuk pemetaan kinerja.

- Analisis Kinerja APBD Provinsi di Indonesia yang juga menemukan bahwa K-Means lebih efektif untuk mengelompokkan daerah berdasarkan pola anggaran.

- Implementasi K-Means Clustering untuk Optimalisasi Anggaran yang menunjukkan bahwa K-Means dapat mengidentifikasi kelompok anggaran tetapi kurang efektif dalam menangani outlier.
- Pengelompokan Satuan Kerja Berdasarkan IKPA yang menyoroti bahwa klasterisasi hierarki lebih baik dalam mendeteksi kesenjangan ekstrem dalam realisasi anggaran.

Cluster Characteristics - Hierarchical

	Cluster_Hierarchical	Nilai IKPA	PERSENTASE_REALIS	TOTAL_PAGU	TOTAL_REALISASI	Cluster_KMeans	Cluster_Size
1	1	93.174	93.49	33233994002000.0	31062070491200.2	1.0	5
2	2	92.08781420765028	95.90117789921068	239522273364.90588	227575857676.11172	0.9951426836672739	1647
3	3	49.39	0.0	7506000.0	0.0	2.0	1
4	4	83.29	94.22	70478812121000.0	66405946268796.0	1.0	1

Gambar 5. Perbandingan Klaster K-Means dan Klaster Hirarki

3.2.2. Implikasi terhadap Kebijakan

Berdasarkan hasil klasterisasi, terdapat beberapa implikasi penting bagi strategi pengelolaan anggaran:

- Cluster dengan kinerja tinggi Cluster 0 dan 3 (K-Means): Perlu mempertahankan strategi yang telah diterapkan dan dapat menjadi benchmark untuk satuan kerja lain.
- Cluster dengan kinerja rendah Cluster 2 (K-Means) dan Cluster 3 (Single Linkage): Memerlukan intervensi kebijakan yang terfokus dan Evaluasi mendalam diperlukan untuk mengidentifikasi penyebab rendahnya realisasi anggaran.
- Outlier (Cluster 3 & 4 - Single Linkage): Investigasi lebih lanjut diperlukan untuk memahami penyebab kinerja buruk atau perbedaan ekstrem pada outlier.

3.2.3. Analisis Lanjutan

1. Pola Kinerja Berdasarkan Variabel Utama

Pada klaster dengan kinerja rendah (Cluster 2, K-Means), ditemukan bahwa nilai IKPA dan persentase realisasi menjadi faktor dominan yang mempengaruhi hasil. Satuan kerja dalam kelompok ini cenderung memiliki alokasi pagu yang lebih kecil dibandingkan klaster lainnya, namun tidak mampu merealisasikan anggaran dengan optimal. Sebaliknya, Cluster 1 dan Cluster 0 menunjukkan pola yang lebih stabil dengan realisasi mendekati pagu.

2. Outlier dan Penyebabnya

Analisis pada Cluster 3 (Single Linkage) mengungkapkan adanya satuan kerja yang gagal total dalam pelaksanaan anggaran. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kendala administratif atau perubahan kebijakan yang berdampak signifikan pada implementasi program.

3. Strategi Perbaikan

Berdasarkan temuan ini, beberapa strategi dapat diusulkan:

- Untuk klaster dengan kinerja rendah, perlu dilakukan pendampingan teknis dan evaluasi menyeluruh terhadap hambatan yang dihadapi.
- Outlier memerlukan perhatian khusus, evaluasi dengan fokus pada identifikasi akar permasalahan dan solusi spesifik.
- Klaster dengan kinerja tinggi dapat menjadi model atau contoh praktik terbaik yang diadaptasi oleh klaster lainnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemetaan kinerja anggaran satuan kerja di lingkup Kanwil DJPb DKI Jakarta dengan menggunakan pendekatan klasterisasi berbasis data. Dengan menerapkan metode K-Means dan Klasterisasi Hirarki (Single Linkage), penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola kinerja anggaran yang berbeda di antara satuan kerja, sehingga dapat memberikan dasar bagi pengambilan kebijakan yang lebih berbasis data.

Hasil analisis menunjukkan bahwa K-Means efektif dalam mengelompokkan satuan kerja ke dalam empat klaster utama, berdasarkan nilai IKPA, total pagu, dan realisasi anggaran. Sementara itu, metode Single Linkage lebih unggul dalam mengidentifikasi outlier, yaitu satuan kerja yang memiliki pagu besar dengan efisiensi rendah atau bahkan gagal dalam merealisasikan anggaran. Secara umum, sebagian besar satuan kerja menunjukkan kinerja

anggaran yang baik, namun ada kelompok kecil yang membutuhkan perhatian khusus untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan anggaran.

4.1. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi penting dalam bidang pengelolaan anggaran dan analisis data, yaitu:

1. Pendekatan Berbasis Data dalam Evaluasi Kinerja Anggaran – Dengan menggunakan klusterisasi, penelitian ini menyediakan cara yang lebih sistematis untuk mengidentifikasi pola kinerja satuan kerja, dibandingkan hanya mengandalkan analisis deskriptif konvensional.
2. Identifikasi Kelompok Berisiko dalam Pengelolaan Anggaran – Hasil klusterisasi membantu dalam mengidentifikasi satuan kerja dengan realisasi rendah atau inefisiensi dalam penggunaan anggaran, sehingga memungkinkan intervensi yang lebih tepat sasaran.
3. Perbandingan Metode K-Means dan Klusterisasi Hirarki – Studi ini menunjukkan bahwa K-Means lebih efektif untuk mengelompokkan data dalam skala besar, sedangkan Klusterisasi Hirarki lebih sensitif terhadap outlier, yang dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan metode analisis anggaran di masa depan.

4.2. Implikasi dan Implementasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dapat diterapkan dalam beberapa aspek kebijakan dan tata kelola anggaran, antara lain:

1. Evaluasi dan Pendampingan bagi Satuan Kerja dengan Kinerja Rendah
 - Satuan kerja yang termasuk dalam klaster dengan realisasi anggaran rendah memerlukan pendampingan teknis dan penguatan kapasitas perencanaan.
 - Perlu diterapkan monitoring yang lebih ketat untuk mengidentifikasi penyebab inefisiensi, seperti kendala administrasi, keterlambatan pencairan, atau perencanaan program yang kurang matang.
2. Penanganan Outlier dengan Pendekatan yang Berbeda
 - Satuan kerja dengan pagu besar tetapi efisiensi rendah perlu dilakukan audit dan evaluasi lebih lanjut untuk memahami mengapa realisasi anggaran tidak optimal.
 - Satuan kerja yang gagal merealisasikan anggaran harus ditinjau lebih mendalam untuk mengidentifikasi faktor penghambat, baik dari aspek regulasi, administratif, atau teknis.
3. Pemanfaatan Hasil Klusterisasi untuk Penyusunan Strategi Anggaran
 - Klusterisasi dapat dijadikan dasar dalam menetapkan kebijakan prioritas, seperti alokasi anggaran berbasis kinerja atau mekanisme insentif bagi satuan kerja dengan pengelolaan anggaran yang baik.
 - Satuan kerja dengan kinerja anggaran terbaik dapat dijadikan role model untuk satuan kerja lain dalam penerapan praktik terbaik dalam perencanaan dan realisasi anggaran.

4.3. Keterbatasan dan Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan

Meskipun penelitian ini memberikan wawasan yang berharga, masih terdapat beberapa keterbatasan yang dapat menjadi dasar bagi studi lanjutan:

1. Cakupan Wilayah yang Terbatas – Penelitian ini hanya berfokus pada satuan kerja di Kanwil DJPb DKI Jakarta. Studi lanjutan dapat memperluas cakupan ke tingkat nasional untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh.
2. Variabel yang Digunakan Masih Terbatas – Selain IKPA dan realisasi anggaran, variabel tambahan seperti efisiensi program, waktu pelaksanaan, dan capaian kinerja non-finansial dapat dipertimbangkan untuk memberikan analisis yang lebih komprehensif.
3. Integrasi Metode Analisis Lanjutan – Studi di masa depan dapat mengombinasikan klusterisasi dengan analisis regresi atau machine learning untuk menggali hubungan kausal antara variabel kinerja dan faktor penghambat, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

4.4. Kesimpulan Akhir

Dengan pendekatan berbasis data dan klusterisasi, penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi kinerja anggaran tidak hanya dapat dilakukan secara deskriptif, tetapi juga melalui pemetaan berbasis pola dan tren yang lebih sistematis. Melalui penerapan hasil penelitian ini, pengelolaan anggaran di lingkungan pemerintahan dapat menjadi lebih transparan, akuntabel, dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Perpajakan dan Keuangan Publik, Y. Sri Rahayu, W. Ahmil Kautsar, K. Kunci, dan K. Reformulasi, "Analisa Reformulasi IKPA terhadap Pengawasan Pengelolaan Kinerja Keuangan Kementerian Agama," 2022.
- [2] Pemerintah Indonesia, "Peraturan Direktur Jenderal Perbendaharaan No. PER-5/PB/2024 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Indikator Kinerja Pelaksanaan Anggaran Belanja Kementerian Negara/Lembaga." 2024
- [3] M. Annas dan S. N. Wahab, "Data Mining Methods: K-Means Clustering Algorithms," *International Journal of Cyber and IT Service Management*, vol. 3, no. 1, hlm. 40–47, Mar 2023, doi: 10.34306/ijcitsm.v3i1.122.
- [5] V. Martynenko, Y. Kovalenko, I. Chynytska, O. Paliukh, M. Skoryk, dan I. Plets, "Fiscal Policy Effectiveness Assessment Based on Cluster Analysis of Regions", doi: 10.22937/IJCSNS.2022.22.7.10.
- [6] U. D. A. Resiloy, W. Aprili, dan I. P. Solong, "PENGELOMPOKAN SATUAN KERJA PROVINSI MALUKU BERDASARKAN INDIKATOR KINERJA PELAKSANAAN ANGGARAN MENGGUNAKAN ANALISIS CLUSTER K-MEANS (STUDI KASUS: KPPN AMBON TAHUN 2021)," *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, vol. 3, no. 2, hlm. 91–98, Mei 2022, doi: 10.30598/variancevol3iss2page91-98.
- [7] X. Shu dan Y. Ye, "Knowledge Discovery: Methods from data mining and machine learning," *Soc Sci Res*, vol. 110, Feb 2023, doi: 10.1016/j.ssresearch.2022.102817.
- [8] K. Backhaus, B. Erichson, S. Gensler, R. Weiber, dan T. Weiber, *Multivariate analysis: An application-oriented introduction*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021. doi: 10.1007/978-3-658-32589-3.
- [9] G. M. M. Sujak, H. N. Rofiq, dan F. I. Tawakal, "Implementasi K-Means Clustering untuk Optimalisasi Anggaran Penyakit Tidak Menular," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 1, hlm. 67–74, Nov 2024, doi: 10.57152/malcom.v5i1.1597.
- [10] M. F. Nur dan A. Siregar, "Exploring the Use of Cluster Analysis in Market Segmentation for Targeted Advertising," *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 5, no. 2, hlm. 158, 2024.
- [11] M. Rifqy Zakaria, "Penerapan Data Mining untuk Klasterisasi Data Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Menggunakan Algoritma K-Means," 2025.
- [12] A. Firmansyah, "Jurnal Anggaran dan Keuangan Negara Indonesia KINERJA KEUANGAN PEMERINTAH DAERAH DI INDONESIA: BELANJA MODAL, TINGKAT KETERGANTUNGAN DAN UKURAN DAERAH INDONESIA LOCAL GOVERNMENT FINANCIAL PERFORMANCE: CAPITAL EXPENDITURE, REGIONAL DEPENDENCE AND REGIONAL SIZE," 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://anggaran.e-journal.id/akurasi>
- [13] S. Dzuba dan D. Krylov, "Cluster analysis of financial strategies of companies," *Mathematics*, vol. 9, no. 24, Des 2021, doi: 10.3390/math9243192.
- [14] D. Marcelina, A. Kurnia, dan T. Terttiaavini, "Analisis Klaster Kinerja Usaha Kecil dan Menengah Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 3, no. 2, hlm. 293–301, Nov 2023, doi: 10.57152/malcom.v3i2.952.
- [15] D. Nurfauziah dkk., "Sahid Banking Journal Volume III Nomor 2 (Mei 2024) <https://jurnal.febi-inais.ac.id/index.php/SahidBankingJ> ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA KEUANGAN ANTARA BANK MUAMALAT DAN BANK SYARIAH MANDIRI PERIODE 2015-2019", [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.febi-inais.ac.id/index.php/SahidBankingJ>