

Analisis Clustering Tingkat Kesejahteraan Di Provinsi Papua Menggunakan Metode K-Means Sebagai Dasar Perumusan Kebijakan Tepat Sasaran Guna Mendukung SDGs

Tiara Diassalsabila¹, Frilda Sulistya Prasetya², Hilma Mutiara Winata³

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

E-mail: tiaradsalsabila@gmail.com¹, frildaprasetya13@gmail.com², hilmamutiarawinata@uinsgd.ac.id³

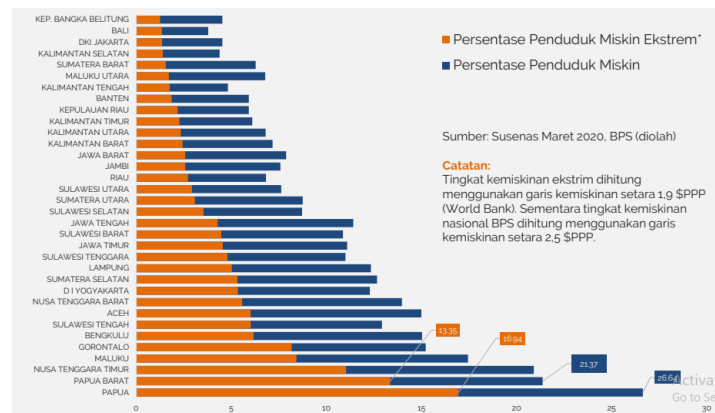
Abstract

Tingkat kesejahteraan masyarakat merupakan indikator fundamental pembangunan nasional. Namun, kondisi Indonesia saat ini menunjukkan bahwa kesejahteraan belum merata, terutama di Provinsi Papua. Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan tingkat kesejahteraan kabupaten/kota di Provinsi Papua menggunakan metode K-Means *Clustering* sebagai dasar perumusan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran serta sejalan dengan percepatan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder berbagai indikator sosial ekonomi, meliputi pendidikan, ekonomi, sanitasi, keamanan, dan ketenagakerjaan. Normalisasi data dilakukan dengan metode *ratio to total* (*Comparative Percentage Analysis*). Penentuan jumlah kluster optimal menggunakan Metode Elbow dan divalidasi melalui *Silhouette Score* dan *Davies-Bouldin Index*. Hasil analisis menghasilkan tiga kluster utama, yaitu: *cluster 0* wilayah dengan tingkat kesejahteraan rendah dan membutuhkan intervensi prioritas pada layanan dasar dan infrastruktur, *cluster 1* wilayah perkotaan maju dengan infrastruktur yang baik namun memiliki kerentanan sosial dan keamanan, serta *cluster 2* wilayah semi-urban yang sedang mengalami transisi dengan potensi pertumbuhan berbasis pendidikan namun menghadapi tantangan sanitasi dan ekonomi. Temuan ini menunjukkan bahwa ketimpangan kesejahteraan di Papua bersifat multidimensional sehingga memerlukan pendekatan kebijakan yang berbeda antarwilayah. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan dasar empiris bagi pemerintah dalam merancang kebijakan berbasis bukti yang mendukung target SDGs 1,3,4,9 dan 10.

Keywords: Analisis *Clustering*, K-Means, Kesejahteraan, Papua

PENDAHULUAN

Tingkat kesejahteraan masyarakat merupakan indikator fundamental keberhasilan pembangunan nasional sebagaimana diamanatkan dalam Pembukaan UUD 1945 yang menegaskan tujuan negara untuk memajukan kesejahteraan umum. Namun, realitas di Indonesia menunjukkan bahwa persoalan kesejahteraan belum merata di seluruh wilayah, terutama di Provinsi Papua. Meskipun Papua memiliki sumber daya alam yang melimpah, kondisi sosial ekonominya masih tertinggal dengan tingkat kemiskinan yang jauh di atas rata-rata nasional.



Gambar 1. Tingkat Kemiskinan dan Kemiskinan Ekstrem Menurut Provinsi (Persen)

Sumber: Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, 2020

Ketimpangan tersebut juga muncul secara geografis. Misalnya, Papua Barat menunjukkan perbedaan signifikan antara wilayah perkotaan (8,17%) dan pedesaan (27,68%), menandakan bahwa pendekatan pembangunan seragam (*one-size-fits-all*) sulit diterapkan (Badan Pusat Statistik, 2024b). Jika tidak ditangani melalui kebijakan berbasis data dan spesifik wilayah, ketimpangan ini berpotensi menciptakan dampak multidimensi dalam jangka panjang, termasuk memperburuk kemiskinan struktural dan mengganggu stabilitas sosial.

Berdasarkan kondisi tersebut, apabila ketimpangan tingkat kesejahteraan di Papua tidak segera ditangani, maka hal ini dapat menimbulkan dampak multidimensi masyarakat. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat mengancam stabilitas sosial dan memperburuk siklus kemiskinan struktural yang sulit diputus. Oleh karena itu kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan kebijakan yang lebih berbasis data dan spesifik wilayah, mengingat kabupaten/kota di Papua memiliki karakteristik sosial, ekonomi, dan geografis yang berbeda.

Kebutuhan akan pendekatan kebijakan berbasis data mendorong penggunaan metode analitis yang mampu memetakan variasi kesejahteraan secara lebih akurat, sesuai dengan kondisi lokal masing-masing daerah (Firmasyah et al., 2023). Dalam konteks tersebut, metode analisis *Clustering* menjadi salah satu pendekatan kuantitatif yang relevan karena mampu mengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan karakteristik indikator kesejahteraan masyarakat (Talakua et al., 2017).

Sejumlah penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa metode K-Means *Clustering* telah banyak digunakan untuk analisis sosial ekonomi, sehingga membuktikan keandalannya dalam mendukung perumusan kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*). Penelitian oleh (Bahauddin, 2021) tentang “Analisis *Clustering* Provinsi di Indonesia Berdasarkan Tingkat

Kemiskinan Menggunakan Algoritma K-Means” berhasil mengelompokkan provinsi di Indonesia ke dalam tiga *Cluster* kemiskinan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, sehingga memudahkan pemerintah dalam menentukan prioritas intervensi. Penelitian lainnya oleh (S Sagita & Sihombing, 2021) berjudul “Pengelompokan Tingkat Kesejahteraan Masyarakat di Sumatera Utara dengan Metode K-Means *Clustering*” menemukan lima *Cluster* kesejahteraan masyarakat berdasarkan variabel sosial ekonomi.

Namun, berdasarkan temuan-temuan tersebut, belum ada penelitian yang berfokus pada konteks Papua serta belum mengintegrasikan hasil *Clusterisasi* dengan rekomendasi kebijakan pembangunan daerah. Berangkat dari kekosongan studi tersebut, penelitian ini menghadirkan novelty berupa integrasi analisis K-Means *Clustering* terhadap tingkat kesejahteraan masyarakat Papua dan pemanfaatannya sebagai dasar perumusan kebijakan yang selaras dengan Instruksi Presiden Nomor 9 Tahun 2017 tentang Percepatan Pembangunan Kesejahteraan di Provinsi Papua dan Papua Barat (Republik Indonesia, 2017). Selain itu, penelitian ini berkontribusi langsung terhadap upaya pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Maka dari itu, peneliti merumuskan masalah sebagai berikut: (1) Bagaimana penerapan metode K-Means *Clustering* dalam mengklasifikasikan tingkat kesejahteraan masyarakat di Provinsi Papua?, (2) Berapa jumlah dan karakteristik *Cluster* kesejahteraan yang terbentuk pada masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Papua?, (3) Kebijakan apa yang dapat direkomendasikan kepada pemerintah berdasarkan hasil pengelompokan tingkat kesejahteraan tersebut? (4) Bagaimana hubungan analisis kebijakan *Cluster* dalam mendukung SDG's?

TEORI

Kesejahteraan masyarakat merupakan salah satu tujuan utama pembangunan nasional yang menekankan pada peningkatan kualitas hidup, pengentasan kemiskinan, dan pemerataan kesempatan. Teori berperan penting sebagai landasan konseptual untuk menjelaskan fenomena yang dikaji dan membantu peneliti menentukan variabel serta metode yang digunakan. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa teori yang mendukung diantaranya:

1. Konsep *Multidimensional Well-Being*

Menurut Dr. Bill Hetter, terdapat tujuh konsep kesejahteraan, yaitu Kesejahteraan Fisik, Kesejahteraan Emosional, Kesejahteraan Sosial, Kesejahteraan Spiritual, Kesejahteraan

Pekerjaan/ Kesejahteraan dalam Pekerjaan, Kesejahteraan Intelektual, dan Kesejahteraan Lingkungan (National Wellness Institute, 2023).

2. Teori Kapabilitas (Amartya Sen)

Pendekatan kapabilitas oleh Amartya Sen dalam Iswahyudi & Asnawi (2024) menekankan perlunya membantu setiap orang agar dapat mengaktualisasikan potensi terbaik mereka dan menjalani hidup yang mereka hargai. Daripada berfokus pada bantuan finansial atau intervensi pasar, pendekatan ini berpendapat bahwa kebijakan sosial harus diarahkan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, seperti melalui pendidikan, kesehatan, dan ketersediaan kebutuhan dasar.

3. Pendekatan BPS tentang Kesejahteraan Rakyat

Menurut Badan Pusat Statistik (2024a), kesejahteraan diukur melalui berbagai indikator sosial-ekonomi seperti kependudukan, kesehatan dan gizi, pendidikan, ketenagakerjaan, taraf dan pola konsumsi, perumahan dan lingkungan, kemiskinan dan kesenjangan sosial.

Secara keseluruhan, kesejahteraan masyarakat merupakan konsep multidimensi yang mencakup aspek pendidikan, ekonomi, kesehatan, dan keamanan. Pendekatan kapabilitas menekankan pentingnya peningkatan kualitas hidup, sedangkan teori ketimpangan regional menjelaskan adanya perbedaan kesejahteraan antar wilayah. Pendekatan BPS kemudian memberikan dasar empiris untuk mengukur kesejahteraan melalui berbagai indikator sosial ekonomi.

Dalam konteks penelitian ini, pemilihan indikator seperti Angka Partisipasi Kasar (APK) sebagai proksi pendidikan, rata-rata pendapatan bersih sebulan pekerja formal dan informal sebagai proksi pengeluaran atau kondisi ekonomi, persentase rumah tangga dengan akses sanitasi layak sebagai proksi kesehatan, persentase penduduk miskin sebagai indikator kemiskinan, serta resiko penduduk terkena kejahatan (per 100.000 penduduk) sebagai indikator keamanan, merepresentasikan dimensi kesejahteraan secara komprehensif.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode analisis *Clustering*. Metode kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengolahan dan analisis data numerik untuk mengidentifikasi pola atau kelompok berdasarkan indikator kesejahteraan

masyarakat di Provinsi Papua. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk melakukan pengukuran objektif dan menghasilkan temuan yang dapat diuji secara statistik.

Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan karena tujuan penelitian ini bukan untuk menguji hipotesis, melainkan untuk menggambarkan dan mengelompokkan kondisi kesejahteraan masyarakat berdasarkan kesamaan karakteristik data. Dengan demikian, hasil penelitian dapat memberikan gambaran empiris mengenai tingkat kesejahteraan masyarakat di berbagai wilayah Papua secara terukur dan sistematis.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah K-Means *Clustering*, yaitu salah satu metode *unsupervised learning* yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Pemilihan metode K-Means *Clustering* mendukung pendekatan ini karena algoritma tersebut efektif untuk mengidentifikasi kelompok (*cluster*) yang memiliki kemiripan karakteristik tertentu dari data yang besar dan kompleks, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam perumusan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS), seperti Provinsi Papua dalam Angka, Indikator Kesejahteraan Rakyat, serta publikasi tematik terkait pendidikan, kemiskinan, kesehatan, dan keamanan. Data yang digunakan mencakup seluruh kabupaten/kota di Provinsi Papua dengan periode tahun terbaru yang tersedia.

Pemilihan data sekunder dilakukan karena data dari BPS memiliki reliabilitas tinggi, tersedia secara terbuka, dan diperbarui secara berkala, sehingga dapat digunakan sebagai dasar analisis yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu, penggunaan data sekunder memungkinkan peneliti untuk menghemat waktu dan biaya penelitian, karena data telah dikumpulkan oleh lembaga resmi pemerintah melalui prosedur statistik yang terstandar.

Teknik Analisis

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis *Clustering* dengan metode K-Means. Metode ini termasuk dalam analisis non-hierarki, yang bertujuan untuk mengelompokkan sejumlah objek (dalam hal ini kabupaten/kota di Provinsi Papua) ke dalam

beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan kesamaan karakteristik indikator kesejahteraan masyarakat.

Proses analisis dilakukan dengan langkah-langkah pertama yaitu menentukan variabel yang digunakan sebagai dasar pengelompokan. Penelitian ini menggunakan lima indikator utama kesejahteraan masyarakat yang diadaptasi dari pendekatan multidimensi dan konsep BPS, yaitu Jumlah Fasilitas sekolah, Rata-rata Pendapatan Bersih Sebulan Pekerja formal & Informal (rupiah), Persentase Rumah Tangga dengan Akses Sanitasi Layak, Rasio Penduduk Terkena Kejahatan (per 100.000 penduduk), dan Persentase Penduduk Miskin.

Pada Penelitian ini, variabel yang digunakan memiliki skala yang berbeda-beda. Oleh karena itu, normalisasi data dilakukan dengan normalisasi proporsional dengan metode Analisis Persentase Komparatif (*Common Size Analysis*) atau *ratio to total* yang dilakukan pada Ms. Excel, yaitu:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Bagian}}{\text{Jumlah Total}} \times 100\%$$

Setelah proses normalisasi, selanjutnya adalah membuat pengelompokan data. Pengelompokan dilakukan dengan aturan metode k-means *Clustering* dan pengolahan data dilakukan dengan *software Google Colab*. Semua data dimasukkan ke dalam *software* dan dijalankan. Selanjutnya jumlah *cluster* (K) ditentukan menggunakan *Elbow Method* yang menghasilkan tampilan grafik untuk menentukan jumlah *cluster* yang paling optimal.

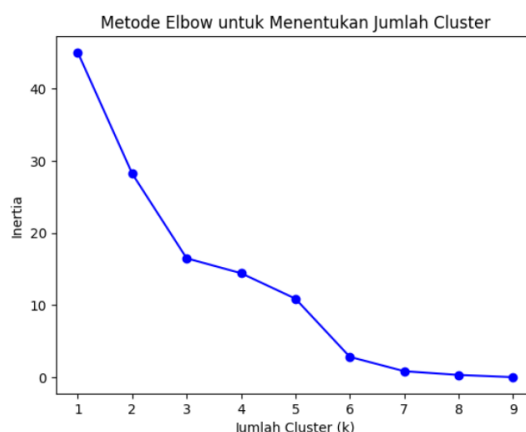
Selanjutnya, dicari *Silhouette Score* untuk memperoleh jumlah kelompok yang paling efisien. Selanjutnya, algoritma K-Means dijalankan dengan menetapkan centroid awal secara acak, menghitung jarak setiap wilayah ke centroid menggunakan jarak Euclidean, lalu menempatkan wilayah ke *cluster* terdekat. Centroid diperbarui secara berulang hingga komposisi *cluster* tidak lagi berubah atau mencapai kondisi konvergen. Tahapan ini memastikan bahwa setiap wilayah tergabung ke dalam kelompok yang paling mendekati karakteristik datanya.

Pada tahap berikutnya, hasil pengelompokan dianalisis untuk menafsirkan karakteristik masing-masing *cluster*. Proses interpretasi dilakukan dengan melihat pola nilai rata-rata setiap variabel dalam tiap *cluster* sehingga dapat diketahui kecenderungan karakteristik kesejahteraan di dalamnya. Berdasarkan pola tersebut, *cluster* kemudian dikelompokkan menjadi kategori wilayah dengan tingkat kesejahteraan tinggi, sedang, dan rendah. Interpretasi ini menjadi dasar untuk memahami perbedaan kondisi antar wilayah serta memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai distribusi kesejahteraan di Provinsi Papua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Clustering

Normalisasi data menghasilkan data menjadi bentuk persen (%). Data yang telah dinormalisasi kemudian dikelompokkan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Setelah program dijalankan, muncul tampilan grafik elbow yang tampak pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Elbow Untuk Menentukan Jumlah Cluster

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Dari Gambar 2, kita sudah mendapatkan grafik Elbow yang optimal dan sudah membentuk siku lalu hasilnya disimpan. Berdasarkan grafik Elbow, penurunan nilai inersia cenderung landai terjadi pada $k = 1$ sampai $k = 3$. Setelah $k = 3$, grafik cenderung signifikan. Untuk memvalidasi hasil penentuan jumlah klaster, penelitian ini juga menghitung indeks kualitas klaster menggunakan Silhouette Score dan Davies–Bouldin Index (DBI). Hasil evaluasi ditampilkan pada Gambar 3.

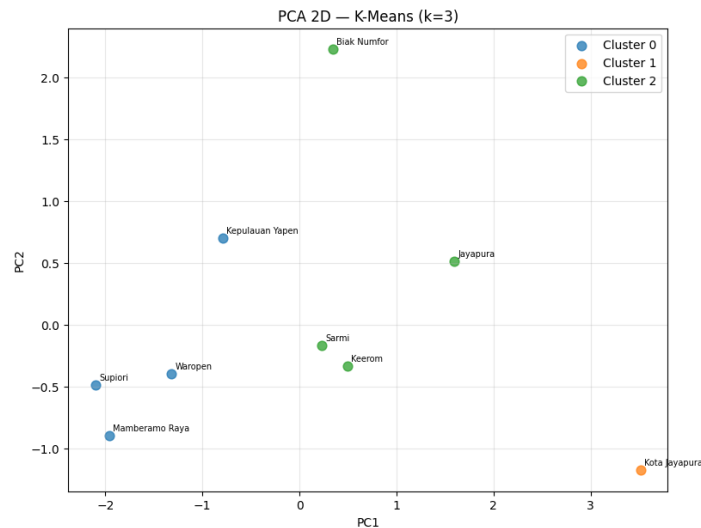
Silhouette Score: 0.230
Davies–Bouldin Index: 0.887

Gambar 3. Hasil Analisis Silhouette Score dan Davies–Bouldin Index (DBI).

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Nilai *Silhouette Score* yang diperoleh adalah sebesar 0,230, yang menunjukkan bahwa pemisahan antar klaster tergolong cukup dan struktur klaster berada pada kategori dapat diterima untuk analisis sosial. Sementara itu, nilai *Davies-Bouldin Index* sebesar 0,887 mengindikasikan bahwa kelompok data yang dihasilkan cukup kompak dan terpisah dengan baik, sehingga konfigurasi tiga klaster dapat dianggap stabil. Dengan demikian, titik siku (elbow point) yang optimal berada

pada $k = 3$, sehingga jumlah *Cluster* optimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak tiga *Cluster*, menghasilkan pembentukan *cluster* berikut:



Gambar 4. Pembentukan Cluster

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Berdasarkan hasil tersebut, adapun hasil *Cluster* untuk jumlah $k = 3$ dalam bentuk tabel, dapat diidentifikasi sebagai:

Tabel 1. Anggota Cluster untuk jumlah Cluster $k = 3$

Jenis Cluster	Kabupaten/Kota
Cluster 0	Kabupaten Kepulauan Yapen, Kabupaten Mamberamo Raya, Kabupaten Supiori, Kabupaten Waropen
Cluster 1	Kota Jayapura
Cluster 2	Kabupaten Biak Numfor, Kabupaten Jayapura, Kabupaten Keerom, Kabupaten Sarmi

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Setelah jumlah *cluster* optimal ditentukan dan proses pengelompokan dilakukan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai mean, median, dan standar deviasi untuk setiap variabel pada masing-masing *cluster*. Perhitungan statistik deskriptif ini bertujuan untuk memberikan gambaran karakteristik utama dari setiap *cluster*. Nilai mean digunakan untuk melihat kecenderungan rata-rata

variabel dalam suatu *cluster*, median untuk menunjukkan nilai tengah yang lebih stabil terhadap pencilan, sedangkan standar deviasi menggambarkan tingkat keragaman atau penyebaran data dalam *cluster* tersebut. Dengan menganalisis ketiga ukuran ini, peneliti dapat memahami perbedaan karakteristik antar *cluster* secara lebih mendalam serta menginterpretasikan pola-pola yang muncul berdasarkan variabel yang diteliti.

Tabel 2. Hasil dari perhitungan nilai mean, median, dan standar deviasi *cluster* 0

Variabel	Cluster 0		
	Mean	Median	Std
Jumlah Fasilitas sekolah	8,86	7,14	4,47
Pendapatan Bersih Sebulan Pekerja formal & Informal (rupiah)	9,72	9,78	0,69
Penduduk Miskin	30,89	30,07	5
Rasio Penduduk Terkena Kejahatan (per 100.000 penduduk)	1,34	1,06	1,35
Rumah Tangga dengan Akses Sanitasi Layak	64,42	67,72	17,43

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Cluster 0 menggambarkan kelompok wilayah yang berada dalam kondisi relatif tertinggal dan masih menghadapi berbagai keterbatasan dasar. Nilai mean fasilitas sekolah yang masih rendah, pendapatan pekerja paling kecil dibandingkan *cluster* lainnya serta kondisi sanitasi yang cukup memprihatinkan. Menjadikan *cluster* ini sebagai wilayah dengan tingkat kerentanan sosial-ekonomi tertinggi. Di sisi lain, risiko penduduk terkena kejahatan tergolong sangat rendah, yang umum ditemukan pada wilayah pedesaan terpencil dengan mobilitas penduduk yang kecil.

Tabel 3. Hasil dari perhitungan nilai mean, median, dan standar deviasi *cluster* 1

Variabel	Cluster 1		
	Mean	Median	Std
Jumlah Fasilitas sekolah	10,35	10,35	NaN
Pendapatan Bersih Sebulan Pekerja formal & Informal (rupiah)	15,4	15,4	NaN
Penduduk Miskin	10,72	10,72	NaN

Rasio Penduduk Terkena Kejahatan (per 100.000 penduduk)	55,5	55,5	NaN
Rumah Tangga dengan Akses Sanitasi Layak	88,12	88,12	NaN

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Cluster 1 mencerminkan wilayah dengan karakteristik urban yang modern dan dinamis. Hal ini terlihat dari fasilitas sekolah yang cukup baik, serta pendapatan pekerja yang merupakan tertinggi di antara seluruh *cluster*. Tingkat kesejahteraan ini turut tercermin dari rendahnya persentase penduduk miskin, sanitasi di wilayah *cluster* ini pun sudah berada dalam kategori sangat baik, menunjukkan keberhasilan pembangunan infrastruktur dasar dan tata kelola layanan publik. Namun, sisi yang paling menonjol dari *cluster* ini adalah tingginya risiko kejahatan, dibandingkan dua *cluster* lainnya. Fenomena ini umumnya terjadi pada wilayah urban yang menghadapi kepadatan penduduk tinggi, kompleksitas sosial, serta dinamika ekonomi yang mendorong munculnya tindak kriminalitas.

Tabel 4. Hasil dari perhitungan nilai mean, median, dan standar deviasi *cluster 2*

Variabel	Cluster 2		
	Mean	Median	Std
Jumlah Fasilitas sekolah	13,55	12,69	6,06
Pendapatan Bersih Sebulan Pekerja formal & Informal (rupiah)	11,43	11,44	1,12
Penduduk Miskin	16,24	14,94	5,12
Rasio Penduduk Terkena Kejahatan (per 100.000 penduduk)	9,79	7,51	9,05
Rumah Tangga dengan Akses Sanitasi Layak	83,72	85,22	10,05

Sumber: Data Penelitian, 2025 (Hasil Olah Data Clustering K-Means)

Cluster 2 menggambarkan wilayah yang berada pada kategori menengah dan memiliki potensi pertumbuhan yang besar. Nilai mean fasilitas sekolah merupakan tertinggi di seluruh *cluster*, menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki sarana pendidikan yang sangat baik dan memadai. Pendapatan pekerja berada pada kategori menengah, lebih tinggi dari *cluster 0* namun lebih rendah dari *cluster 1*. Persentase penduduk miskin menunjukkan bahwa meskipun kesejahteraannya cukup baik, namun tingkat kemiskinan nya masih perlu intervensi. Sebagian besar rumah tangga di *cluster*

ini juga sudah memiliki akses sanitasi layak. Kondisi ini menempatkan *cluster* 2 sebagai wilayah yang sedang mengalami proses transisi pembangunan menuju struktur ekonomi dan layanan publik yang lebih stabil.

Arah Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan teori pendekatan kapabilitas yang dikemukakan Amartya Sen, sebagaimana dijelaskan oleh Iswahyudi & Asnawi (2024), kebijakan kesejahteraan yang efektif tidak hanya berfokus pada penyediaan layanan atau sumber daya, tetapi harus memperluas kebebasan substantif masyarakat untuk mencapai fungsi-fungsi penting seperti kesehatan, pendidikan, kesempatan ekonomi, dan partisipasi sosial. Pendekatan kapabilitas juga telah digunakan dalam berbagai domain kebijakan sosial, termasuk kebijakan pendidikan, kesehatan, dan disabilitas, sehingga relevan untuk menjadi dasar konseptual dalam perumusan intervensi pembangunan di Papua. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian bahwa setiap kelompok wilayah memiliki karakteristik kesejahteraan yang berbeda sehingga membutuhkan intervensi yang tidak dapat diseragamkan.

Hasil analisis clustering menunjukkan bahwa variasi kondisi antarwilayah menuntut kebijakan yang diarahkan untuk memperkuat kapabilitas dasar masyarakat sesuai kebutuhan masing-masing klaster. Dengan merujuk pada pola yang dihasilkan dari analisis *Clustering K-Means*, dapat menjadi dasar objektif bagi pemerintah dalam menentukan prioritas pembangunan, sasaran program, dan alokasi anggaran secara lebih objektif dan tepat sasaran di wilayah Papua. *Cluster* 0 merupakan kelompok wilayah yang berada pada kondisi kesejahteraan paling rendah sehingga membutuhkan intervensi pembangunan yang paling prioritas. Fokus utama arah rekomendasi untuk *cluster* ini selaras dengan temuan Ulia, Rayyan, dan Ratnawati (2024), yang menegaskan bahwa strategi paling efektif dalam mengurangi kesenjangan ekonomi di wilayah berpendapatan rendah adalah melalui kebijakan redistribusi pendapatan. Pendekatan redistribusi tidak hanya mencakup transfer finansial, tetapi juga perluasan akses terhadap pendidikan, penciptaan kesempatan kerja produktif, pembangunan infrastruktur dasar, serta penyediaan layanan kesehatan dan sanitasi yang memadai. Penelitian tersebut menekankan bahwa daerah tertinggal membutuhkan intervensi yang mampu meningkatkan kapasitas penduduk melalui penyediaan layanan publik berkualitas sebagai fondasi pemerataan sosial-ekonomi.

Berdasarkan hal tersebut, fokus utama kebijakan pada *cluster* 0 perlu diarahkan pada sektor pendidikan, ekonomi masyarakat, dan infrastruktur dasar seperti sanitasi. Dalam sektor pendidikan, intervensi yang diperlukan meliputi percepatan pembangunan fasilitas sekolah, kompetensi tenaga

pendidik, serta penguatan mutu pembelajaran melalui integrasi teknologi dan pengembangan lingkungan belajar yang adaptif bagi daerah terpencil. Pada aspek ekonomi, masyarakat memerlukan dukungan berupa pelatihan keterampilan yang relevan dengan potensi lokal, pendampingan usaha, serta perluasan akses permodalan bagi UMKM sebagai upaya mengakselerasi peningkatan produktivitas dan kemandirian ekonomi. Sementara itu, pada dimensi infrastruktur dasar, percepatan pembangunan sanitasi layak dapat dilakukan melalui optimalisasi Dana Desa dan perluasan program Infrastruktur Berbasis Masyarakat (IBM), sehingga penyediaan layanan dasar seperti air bersih, sanitasi sehat, dan sistem drainase dapat meningkat secara signifikan.

Cluster 1 dapat dikategorikan sebagai wilayah yang memiliki kawasan perkotaan maju dan telah mengalami modernisasi ekonomi dan infrastruktur, tetapi menghadapi tantangan keamanan yang besar akibat mobilitas dan kepadatan penduduk yang tinggi. Berdasarkan karakteristik tersebut, intervensi kebijakan yang diperlukan tidak hanya berfokus pada peningkatan layanan publik, tetapi juga pada penguatan sistem keamanan kota yang adaptif terhadap risiko sosial yang muncul. Pemerintah dapat mengembangkan sistem keamanan berbasis teknologi melalui pemasangan CCTV terpadu, pembangunan *command center* kota, serta optimalisasi patroli kepolisian sebagai upaya preventif dan responsif.

Selain itu, menurut Wiyantara Wizaka (2012) dalam penelitian nya mengenai *Adaptasi Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED)*, bahwa penerapan konsep *Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED)* menjadi pendekatan strategis yang relevan untuk menekan peluang kriminalitas. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingginya tingkat kriminalitas di kawasan perkotaan seringkali dipicu oleh desain lingkungan yang menciptakan *opportunity space* atau ruang peluang bagi pelaku kejahatan, misalnya area yang gelap, sudut tersembunyi, jalur sirkulasi yang tidak terpantau, serta rendahnya aktivitas publik pada waktu tertentu. Sehingga penataan ulang ruang kota, pencahayaan, dan orientasi bangunan menjadi bagian penting dari strategi pencegahan kejahatan yang berkelanjutan.

Cluster 2 secara umum, dapat disebut sebagai wilayah semi-urban atau semi-rural yang tengah mengalami akselerasi pembangunan dan memiliki fasilitas pendidikan yang relatif baik. Kondisi ini menempatkan wilayah dalam *cluster* ini sebagai kandidat potensial untuk dikembangkan menjadi pusat pertumbuhan baru berbasis pendidikan, inovasi, dan ekonomi kreatif. Oleh karena itu, kebijakan pembangunan perlu diarahkan pada penguatan ekonomi lokal melalui dukungan komprehensif kepada UMKM, Sahra Roba (2025) menunjukkan bahwa UMKM memiliki kontribusi signifikan dalam menciptakan lapangan pekerjaan, meningkatkan daya beli masyarakat, serta

memperkuat perputaran ekonomi daerah. Temuan tersebut memperkuat urgensi penguatan UMKM dalam wilayah semi-urban dan semi-rural seperti pada Cluster 2, di mana peningkatan akses pembiayaan, pelatihan keterampilan, dan penyediaan infrastruktur dasar menjadi prasyarat penting untuk mendorong kemandirian ekonomi masyarakat.

Di samping itu, intervensi keamanan tingkat moderat juga perlu dipertahankan untuk memastikan stabilitas sosial selama proses transformasi wilayah berlangsung. Peningkatan kualitas sanitasi menuju standar perkotaan juga menjadi aspek penting untuk mendukung kualitas hidup masyarakat, antara lain melalui pembangunan sistem air limbah terpusat, perbaikan jaringan air bersih, serta promosi perilaku hidup bersih dan sehat. Dengan strategi pembangunan yang terarah dan sensitif terhadap dinamika sosial-ekonomi wilayah, *cluster* ini memiliki peluang besar untuk berkembang menjadi pusat pertumbuhan baru yang inklusif dan berdaya saing.

Implikasi Percepatan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)

Rekomendasi kebijakan yang dirumuskan melalui analisis *Clustering* ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan efektivitas tata kelola pembangunan, tetapi juga memiliki implikasi strategis terhadap percepatan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Intervensi yang lebih tepat sasaran pada sektor pendidikan, kesehatan, ekonomi masyarakat, dan pengurangan ketimpangan secara langsung mendukung akselerasi SDG 1 (*No Poverty*), SDG 3 (*Good Health and Well-Being*), SDG 4 (*Quality Education*), dan SDG 10 (*Reduced Inequalities*). Di sisi lain, penguatan infrastruktur dasar, integrasi teknologi digital, serta peningkatan literasi data dalam proses perencanaan dan monitoring kebijakan berkontribusi pada pencapaian SDG 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*) sekaligus memperkuat basis data pembangunan sebagai fondasi pemantauan SDGs secara menyeluruh (Department of Economic and Social Affairs, 2015). Dengan demikian, implementasi kebijakan berbasis hasil *Clustering* tidak hanya menyelesaikan permasalahan sektoral, tetapi juga berperan sebagai katalis untuk memastikan pembangunan yang lebih inklusif, berkelanjutan, dan sejalan dengan komitmen nasional dalam mencapai target SDGs tahun 2030.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode k-means *clustering* mampu memetakan tingkat kesejahteraan kabupaten/kota di Provinsi Papua secara lebih objektif dan komprehensif. Hasil analisis mengidentifikasi tiga klaster utama dengan karakteristik yang berbeda: *Cluster* 0 sebagai wilayah dengan kesejahteraan terendah dan keterbatasan signifikan pada

pendidikan, pendapatan, sanitasi, dan kemiskinan; *Cluster 1* sebagai wilayah perkotaan maju dengan infrastruktur baik namun menghadapi risiko kriminalitas yang tinggi; serta *Cluster 2* sebagai wilayah semi-urban yang sedang mengalami akselerasi pembangunan dan memiliki potensi besar dalam pengembangan pendidikan dan ekonomi lokal. Perbedaan karakteristik ini menegaskan bahwa ketimpangan kesejahteraan di Papua bersifat multidimensional, sehingga pendekatan pembangunan seragam tidak dapat lagi diterapkan. Analisis ini juga menunjukkan bahwa metode Clustering memberikan gambaran spasial yang jelas mengenai kondisi tiap wilayah, sehingga dapat menjadi landasan empiris yang kuat untuk perumusan kebijakan.

Intervensi prioritas diperlukan pada cluster dengan kesejahteraan rendah, sedangkan cluster semi-urban dan perkotaan memerlukan kebijakan yang berfokus pada penguatan ekonomi lokal, stabilitas sosial, dan tata kelola keamanan. Dengan pemanfaatan hasil clustering ini, pemerintah daerah diharapkan mampu mengalokasikan sumber daya secara lebih efektif, merancang strategi pembangunan yang sesuai karakter wilayah, serta mendorong pemerataan kesejahteraan masyarakat Papua secara berkelanjutan. Temuan penelitian ini juga memberikan kontribusi penting bagi pemerintah dalam merancang kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran dan berbasis bukti, terutama dalam upaya mempercepat pencapaian SDGs 1 (*No Poverty*), SDG 3 (*Good Health and Well-Being*), SDG 4 (*Quality Education*), SDG 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*), serta SDG 10 (*Reduced Inequalities*).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024a). *Indikator Kesejahteraan Rakyat*. BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2024b). *The percentage of poverty Papua Barat in March 2024 was 21,66 percent*. Bps.Go.Id. <https://papuabarat.bps.go.id/en/pressrelease/2024/07/01/959/-the-percentage-of-poverty-papua-barat-in-march-2024-was-21-66-percent.html>
- Bahauddin, A. (2021). Analisis Clustering Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(1).
- Department of Economic and Social Affairs. (2015). *Sustainable Development Goals*. Sdgs.Un.Org. <https://sdgs.un.org/goals>
- Firmasyah, I., Fauziah, S., Ibrahim, N. H., & Utami, F. W. (2023). Clustering Untuk Menentukan Indeks Kesejahteraan Rakyat Di Provinsi Jawa Tengah 2022 Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. *Journal of Data Insights*, 1(2).

- Iswahyudi, & Asnawi, N. (2024). Menuju Kebij Menuju Kebijakan Sosi Akan Sosial Berorien Al Berorientasi Kap Asi Kapabilitas: Telaah Pemikiran Am Aah Pemikiran Amartya Sen D A Sen Dan Martha Nussba A Nussbaum. *Jurnal Lintas Budaya*, 3(4), 666–679.
- National Wellness Institute. (2023). *Six Dimensions of Wellness*. Wellnessalliance. <https://www.wellnessalliance.org/resources-and-tools/nwis-six-dimensions-of-wellness>
- Republik Indonesia. (2017). Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2017 Tentang Percepatan Pembangunan Kesejahteraan Di Provinsi Papua Dan Provinsi Papua Barat. In *Undang-undang*. Sekretariat Negara.
- Roba, S. (2025). Peran Umkm Dalam Pengurangan Pengangguran Dan Peningkatan Ekonomi Lokal Di Kecamatan Sendana Kota Palopo. *JADMENT: Journal of Administration & Development*, 2(2), 307–312.
- S Sagita, C., & Sihombing, D. A. (2021). Pengelompokan Tingkat Kesejahteraan Masyarakat di Sumatera Utara dengan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Matematika Integratif*, 17(2), 127–135. <https://doi.org/10.24198/jmi.v17.n2.35025.127-135>
- Talakua, M. W., Leleury, Z. A., & Talluta, A. W. (2017). Analisis Cluster Dengan Menggunakan Metode Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 11, 119–128.
- Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. (2020). *Indikator Kesejahteraan Sosial Utama Fokus Pembangunan Kesejahteraan Sosial Papua dan Papua Barat*. Wapresri.Go.Id. <https://www.wapresri.go.id/wp-content/uploads/2021/06/Booklet-Kondisi-Kesejahteraan-Sosial-Provinsi-Papua-Papua-Barat-per-16-Januari-2021.pdf>
- Ulia, A. R., Rayyan, S., & Ratnawati, E. (2024). Government Efforts To Overcome Economic Inequalities In Society By Redistributing National Income. *JIIC: Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 1(10), 8090–8099.
- Wizaka, W. (2012). Adaptasi Crime Prevention Through Environment Design (CPTED): Studi Kasus Fenomena Desain Fasilitas Publik. *ComTech*, 3(1), 51–58.