

KLASTERISASI WILAYAH DI JAWA BARAT DENGAN *GAUSSIAN MIXTURE MODEL* UNTUK PEMETAAN STRATEGI KEBIJAKAN KETENAGAKERJAAN

Fiantina Al-Hazna^{*}, Marissa Nurhalizza, Muhammad Ravy Nugraha & Hilma Mutiara Winata

UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia
Email: fiantinaalhazna11@gmail.com^{*}

Riwayat Artikel

Diterima: 4 November 2025
Disetujui: 4 Desember 2025
Diterbitkan: 18 Desember 2025

Abstract

Socio-economic disparities between regions in West Java indicate differences in the quality of human capital and employment opportunities that need to be addressed through a cluster-based approach. This study aims to identify the characteristics of regional clusters, analyze the key issues and specific development needs of each cluster, and formulate the most appropriate policy recommendations to improve the quality and absorption of the regional workforce. The Gaussian Mixture Model (GMM) method was used, resulting in three clusters: medium-urban areas with high density and skills mismatch, rural areas with low education quality and a dominant informal sector, and super-urban areas with educated unemployment and significant demographic pressure. These findings indicate the need for different interventions in each cluster, such as strengthening the education-industry linkages, improving primary and secondary education, and developing technology and innovation skills. Overall, cluster-based human resource policies can provide a more targeted development direction to reduce socio-economic disparities and increase the competitiveness of the West Java workforce.

Keywords: *Disparity, GMM, Cluster, Development, Human Resources*

Abstrak

Kesenjangan sosial-ekonomi antar wilayah di Jawa Barat menunjukkan adanya perbedaan kualitas modal manusia dan kesempatan kerja yang perlu ditangani melalui pendekatan berbasis klaster. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik klaster wilayah, menganalisis permasalahan utama serta kebutuhan pembangunan spesifik tiap klaster, dan merumuskan rekomendasi kebijakan yang paling tepat untuk meningkatkan kualitas serta serapan tenaga kerja daerah. Metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) digunakan dan menghasilkan tiga klaster: wilayah urban-menengah dengan kepadatan tinggi dan mismatch keterampilan, wilayah perdesaan dengan kualitas pendidikan rendah dan dominasi sektor informal, serta wilayah super-urban dengan pengangguran terdidik dan tekanan demografis besar. Temuan ini menunjukkan perlunya intervensi berbeda pada setiap klaster, seperti penguatan *link and match* pendidikan–industri, peningkatan pendidikan dasar-menengah, serta pengembangan keterampilan teknologi dan inovasi. Secara keseluruhan, kebijakan SDM berbasis klaster mampu memberikan arah pembangunan yang lebih tepat sasaran untuk mengurangi disparitas sosial-ekonomi dan meningkatkan daya saing tenaga kerja Jawa Barat.

Kata Kunci: Disparitas, GMM, Klaster, Pembangunan, SDM

A. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk usia produktif dan dinamika ekonomi regional menempatkan sektor ketenagakerjaan sebagai pilar utama dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia, termasuk di Jawa Barat. Sebagai provinsi dengan jumlah penduduk terpadat dan kontributor signifikan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) nasional, Jawa Barat menghadapi tantangan multidimensi dalam menciptakan lapangan kerja yang berkualitas, mengatasi disparitas pengangguran antar wilayah, dan memastikan relevansi antara suplai tenaga kerja dengan permintaan industri (BPS Jawa Barat, 2024).

Kesenjangan struktural dalam pasar tenaga kerja seringkali muncul akibat heterogenitas karakteristik sosio ekonomi antar wilayah. Misalnya, wilayah perkotaan padat industri seperti Bekasi dan Karawang mungkin memiliki tingkat penyerapan tenaga kerja yang tinggi namun menghadapi isu upah minimum dan ketersediaan lahan, sementara wilayah selatan seperti Garut atau Tasikmalaya mungkin memiliki fokus pada sektor pertanian atau pariwisata dengan tantangan pengangguran terselubung dan kualitas pendidikan. Strategi kebijakan ketenagakerjaan yang bersifat satu ukuran untuk semua (*one-size-fits-all*) cenderung tidak efektif karena mengabaikan keunikan dan kebutuhan spesifik setiap daerah (Kuncoro, 2018).

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu mengidentifikasi dan mengelompokkan wilayah-wilayah yang memiliki profil ketenagakerjaan serupa. Metode klasterisasi dapat digunakan untuk membagi 27 kabupaten/kota di Jawa Barat menjadi kelompok-kelompok homogen yang kemudian dapat dijadikan dasar untuk merumuskan strategi kebijakan yang terdiferensiasi dan lebih *targeted* (Hastuti, Wulandari, & Puspitasari, 2021). Penelitian-penelitian sebelumnya banyak menggunakan metode klasterisasi tradisional seperti *K-means* untuk analisis regional (Setiawan, 2019). Namun, keterbatasan *K-means* terletak pada asumsi bentuk klaster yang sferis dan sensitivitasnya terhadap *outliers*, yang mungkin tidak sepenuhnya mewakili kompleksitas dan overlap dalam data multidimensi ketenagakerjaan.

Penelitian ini mengusulkan penggunaan *Gaussian Mixture Model* (GMM) sebagai alternatif yang lebih fleksibel. GMM merupakan model probabilitas yang mengasumsikan bahwa data dihasilkan dari campuran sejumlah distribusi Gaussian dengan parameter yang tidak diketahui. Keunggulan GMM adalah kemampuannya dalam: (1) memodelkan klaster dengan bentuk non-sferis, dan (2) menyediakan informasi probabilistik keanggotaan klaster, yang mencerminkan tingkat kepastian suatu wilayah masuk ke dalam klaster tertentu.

Berdasarkan uraian tersebut, adapun rumusan masalah yang akan kami teleti: (1) Bagaimana karakteristik setiap klaster yang terbentuk berdasarkan indikator sosial-ekonomi (Kepadatan Penduduk, TPT, TPAK, RLS dan IPM) setelah diterapkan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM)?; (2) Apa permasalahan utama dan kebutuhan pembangunan spesifik yang harus direspons oleh kebijakan di setiap klaster, untuk mengurangi disparitas sosial-ekonomi yang ditunjukkan oleh hasil pengelompokan *Gaussian Mixture Model* (GMM)?; (3) Bagaimana rekomendasi kebijakan pembangunan Sumber Daya Manusia yang optimal untuk setiap klaster wilayah di Jawa Barat, guna meningkatkan kualitas dan serapan tenaga kerja daerah?. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Mengidentifikasi dan klaster wilayah di Jawa Barat berdasarkan indikator sosial-ekonomi menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM); (2) Menganalisis permasalahan utama serta kebutuhan pembangunan spesifik pada masing-masing klaster, sebagai dasar untuk memahami disparitas sosial-ekonomi antar wilayah yang muncul dari hasil pengelompokan *Gaussian Mixture Model* (GMM); (3) Merumuskan rekomendasi kebijakan pembangunan Sumber Daya Manusia (SDM) yang optimal bagi setiap klaster wilayah di Jawa Barat, guna meningkatkan kualitas SDM dan memperkuat serapan tenaga kerja daerah.

B. KAJIAN PUSTAKA

Kutub Pertumbuhan (*Growth Pole*)

Teori ini dikemukakan oleh François Perroux dan menjelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak berlangsung secara merata di setiap wilayah, melainkan terpusat di daerah tertentu yang menjadi pusat kegiatan ekonomi (*growth poles*) (Abae, 2024). Penelitian ini mengadopsi teori ini sebagai landasan makro untuk memahami disparitas dalam indikator sosial-ekonomi antar kabupaten/kota di Jawa Barat. Adanya klaster-klaster wilayah yang berbeda secara signifikan (misalnya, perbedaan mencolok dalam Kepadatan Penduduk, TPT, TPAK, dan IPM) dapat diinterpretasikan sebagai manifestasi dari efek *Growth Poles*. Oleh karena itu, klasterisasi wilayah menjadi langkah krusial untuk mengidentifikasi Kutub Pertumbuhan dan wilayah satelit yang membutuhkan intervensi kebijakan yang berbeda dan spesifik.

Modal Manusia (*Human Capital*)

Teori ini diperkenalkan oleh Becker dan menekankan bahwa pendidikan merupakan bentuk investasi modal manusia yang dapat meningkatkan kemampuan individu dalam pasar kerja (Suwarno, 2025). Dalam konteks penelitian ini, indikator seperti Rata-Rata Lama Sekolah (RLS) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan *proxy* dari tingkat akumulasi Modal Manusia di suatu wilayah. Klaster dengan tingkat Modal Manusia rendah (RLS rendah) yang disertai Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) tinggi memerlukan kebijakan intervensi yang berfokus pada peningkatan investasi Modal Manusia, seperti program pelatihan vokasi dan pendidikan lanjutan. Teori ini menjadi dasar pembenaran mengapa fokus kebijakan harus diarahkan pada aspek peningkatan kualitas dan daya saing angkatan kerja.

Teori Kebijakan Publik Berbasis Bukti (*Evidence-Based Policy*)

Teori ini menekankan pentingnya penggunaan data dan hasil penelitian empiris sebagai dasar perumusan kebijakan publik yang efektif (Samudra, 2023). Metode klasterisasi berbasis *Gaussian Mixture Model* (GMM) yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai alat analitis utama untuk menghasilkan bukti empiris yang kuat. Dengan mengelompokkan wilayah Jawa Barat berdasarkan indikator sosial ekonomi yang relevan, penelitian ini mampu:

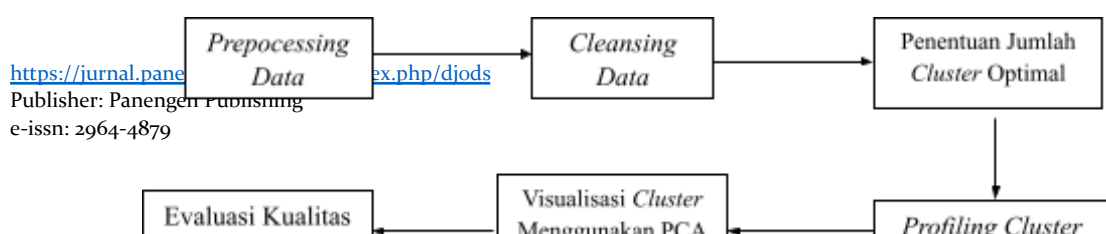
1. Mengidentifikasi karakteristik spesifik setiap klaster.
2. Menyusun rekomendasi kebijakan pembangunan SDM yang *tailor-made* (disesuaikan) untuk setiap kelompok wilayah

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *data mining*, menggunakan teknik analisis clustering. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengelompokkan objek penelitian berdasarkan kemiripan karakteristik. Analisis clustering digunakan untuk mendukung kebutuhan perumusan kebijakan dengan cara mengidentifikasi pola, kelompok atau karakteristik tertentu dalam data yang relevan.

Metode utama yang digunakan adalah *Gaussian Mixture Model* *Gaussian Mixture Models*, yaitu algoritma clustering berbasis probabilistik. *Gaussian Mixture Models* mengelompokkan data dengan mengasumsikan bahwa setiap klaster memiliki distribusi *Gaussian* (normal).

Proses analisis dilakukan dengan perangkat lunak statistik yaitu Google Colab dengan menggunakan bahasa *Python* (*pustaka scikit-learn*). Analisis dimulai dengan pengumpulan dan penggabungan data sekunder dari BPS dan Open Data Jabar ke dalam satu set data analisis. Selanjutnya teknik analisis dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:



Gambar 1. Alur Proses Analisis
Sumber: Diolah Peneliti, 2025

Sumber dan Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (Sulung & Muspawi, 2024). Data sekunder diperoleh melalui website instansi resmi pemerintah. Data sekunder dipilih karena memiliki tingkat validitas dan reliabilitas tinggi serta tersedia dalam format terstruktur yang dapat dianalisis secara kuantitatif. Sumber utama data berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Open Data Pemerintah Provinsi Jawa Barat (Open Data Jabar).

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini mencakup: (1) Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) tahun 2025 per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat (BPS Provinsi Jawa Barat, 2025), (2) Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) tahun 2025 per kabupaten/kota (BPS Provinsi Jabar, 2025), (3) Rata-rata Lama Sekolah tahun 2025 per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat (BPS Provinsi Jawa Barat, 2025), (4) Kepadatan Penduduk tahun 2025 per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat (Open Data Jabar, 2025), dan (5) Indeks Pembangunan Manusia tahun 2025 per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Seluruh data diambil dari publikasi resmi dan dataset terbuka dengan tahun rujukan 2025 (BPS Provinsi Jawa Barat, 2025).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Klaster Yang Terbentuk Berdasarkan Indikator Sosial-Ekonomi (Kepadatan Penduduk, TPT, TPAK, RLS dan IPM) setelah diterapkan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM)

Analisis klustering yang dilakukan dengan menggunakan metode Gaussian Mixture Model (GMM) menghasilkan tiga klaster wilayah di Jawa Barat. Klasterisasi ini menunjukkan adanya perbedaan pengelompokan berdasarkan indikator sosial-ekonomi, terutama pendidikan (RLS), kualitas hidup (IPM), kondisi pasar kerja (TPT, TPAK), serta Kepadatan Penduduk. Setiap klaster memiliki karakteristik yang cukup berbeda sehingga dapat mencerminkan tingkat perkembangan wilayah. Hasil data dengan pengelompokan klaster dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Data dan Pengelompokan Klaster

Kabupaten/Kota	Kepadatan Penduduk	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Kabupaten/Kota (Persen)	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) Menurut Kabupaten/Kota (Persen)	Rata-rata Lama Sekolah Penduduk berumur 15 tahun ke atas menurut Kabupaten/Kota (Tahun)	Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Menurut Kabupaten Kota (Umur Harapan Hidup/UHH)	Cluster_GMM
Bandung	2173	6,68	67	9,68	75,58	1
Bandung Barat	1486	6,6	70,57	8,74	71,65	1
Bekasi	2640	8,78	64,33	10,52	77,8	1
Bogor	1912	7,69	64,67	9,21	74,53	1
Ciamis	793	4,08	66,15	8,53	74,33	1
Cianjur	719	6,17	68,88	8,17	69,84	1
Cirebon	2252	6,42	69,28	8,48	73,27	1
Garut	886	6,54	68,29	8,22	70,67	1
Indramayu	931	6,47	65,07	7,67	71,58	1
Karawang	1349	7,99	65,13	8,73	74,59	1
Kota Bandung	15300	7,22	68,13	11,37	84,66	2
Kota Banjar	1618	5,26	69,86	9,09	75,54	1
Kota Bekasi	12431	7,33	64,1	12,07	84,43	2
Kota Bogor	9731	7,95	65,18	10,57	79,75	0
Kota Cimahi	14291	8,75	67,06	11,13	80,85	2
Kota Cirebon	8812	6,41	69,02	10,27	78,99	0
Kota Depok	10845	6,52	62	11,78	84,04	0
Kota Sukabumi	7673	8,19	65,73	10,22	78,23	0
Kota Tasikmalaya	4128	6,43	66,31	9,66	76,59	1
Kuningan	1027	7,59	69,34	8,26	72,31	1
Majalengka	1025	3,62	72,55	8,34	72,37	1
Pangandaran	387	1,91	79,13	8,23	71,66	1
Purwakarta	1070	7,54	66,25	8,8	74,97	1
Subang	774	6,8	68,91	8,19	73	1
Sukabumi	685	7,23	69,74	8,5	71,13	1
Sumedang	763	6,08	65,37	9,27	75,5	1
Tasikmalaya	1171	3,69	69,23	8,15	70,76	1

Sumber: *Google Colab* data diolah oleh peneliti, 2025

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa di klaster pertama (*cluster 0*) hanya berjumlah 4 wilayah saja yang terdiri dari Kota Bogor, Kota Cirebon, Kota Depok dan Kota Sukabumi. Kemudian di klaster kedua (*cluster 1*) yang berjumlah 20 wilayah dari kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat yang meliputi Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, Kabupaten Ciamis, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Cirebon, Kabupaten Garut, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Karawang, Kota Banjar, Kota Tasikmalaya, Kabupaten Kuningan, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Pangandaran, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Subang, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Sumedang, dan Kabupaten Tasikmalaya. Terakhir pada klaster ketiga (*cluster 2*) hanya terdiri dari 3 wilayah yang terdiri dari Kota Bandung, Kota Bekasi dan Kota Cimahi.

Untuk memahami pola yang terbentuk pada setiap klaster, dilakukan *profiling cluster* berdasarkan nilai *mean*, *median*, dan *standar deviasi* dari seluruh indikator. Ringkasan hasil *profiling cluster* disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Profiling Cluster

	Kepadatan Penduduk			Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota (Persen)			Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Menurut Kabupaten/Kota (Persen)			Rata-rata Lama Sekolah Penduduk berumur 15 tahun ke atas menurut Kabupaten/Kota (Tahun)			Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Menurut Kabupaten Kota (Umur Harapan Hidup/UHH Hasil LF SP2020*)		
	mean	median	std	mean	median	std	mean	median	std	mean	median	std	mean	median	std
Cluster_GMM															
0	9265,25	9271,5	1348,24	7,27	7,24	0,93	65,48	65,46	2,87	10,71	10,42	0,73	80,25	79,37	2,6
1	1366,65	1026	891,77	6,18	6,5	1,7	68,3	68,59	3,41	8,72	8,52	0,68	73,38	73,13	2,22
2	14007,33	14291	1455,38	7,77	7,33	0,85	66,43	67,06	2,09	11,52	11,37	0,49	83,31	84,43	2,14

Sumber: *Google Colab*, data diolah peneliti, 2025

Tabel diatas menunjukkan hasil 3 *cluster* dengan karakteristik demografis dan sosial ekonomi yang berbeda. Klaster pertama (*cluster 0*) merupakan klaster menengah (urban/metropolitan menengah) dengan kepadatan penduduk lebih tinggi dibandingkan *cluster 1*, yakni rata-rata kepadatan penduduk sebesar 9.265 jiwa/km². Kondisi ini berhubungan dengan rata-rata Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang berada pada kisaran sedang yaitu sebesar 7,27%, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) pada kategori menengah dengan rata-rata 65,48%. Dari sisi kualitas SDM, rata-rata lama sekolah penduduk pada cluster ini mencapai 10,71 tahun, dan nilai IPM berada pada kategori tinggi dengan rata-rata 80,25. Hal ini menunjukkan bahwa cluster ini mencerminkan wilayah yang sedang berkembang secara sosial ekonomi dengan kualitas pendidikan dan pembangunan manusia yang relatif baik, meskipun tetap menghadapi tekanan urban seperti pengangguran dan kepadatan penduduk.

Klaster kedua (*cluster 1*) merupakan klaster paling rendah (wilayah pedesaan/penyangga) dengan rata-rata kepadatan penduduk sebesar 1.366 jiwa/km². Rendahnya tekanan penduduk ini berpengaruh pada kondisi pasar kerja yang relatif stabil, terlihat dari Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang menjadi yang paling rendah di antara semua cluster dengan rata-rata hanya sebesar 6,18%. Tetapi, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) di klaster ini justru berada pada tingkat tertinggi, dengan rata-rata 68,3%. Namun, kualitas sumber daya manusia pada wilayah ini masih perlu ditingkatkan. Hal ini tercermin dari rata-rata lama sekolah penduduk yang hanya 8,72 tahun, serta nilai IPM yang merupakan yang terendah di antara cluster lainnya dengan rata-rata 73,38. Hal ini menunjukkan bahwa cluster ini memiliki tingkat pengangguran rendah, namun pembangunan manusia masih tertinggal.

Terakhir pada klaster ketiga (*cluster 2*) merupakan klaster wilayah dengan kategori tinggi (wilayah paling maju) yang mencapai rata-rata kepadatan penduduk sebesar 14.007 jiwa/km².

penduduk dan pengangguran. Klaster kedua merupakan wilayah dengan karakteristik sosial-ekonomi yang paling rendah, ditandai dengan kepadatan penduduk rendah, pengangguran rendah, tetapi kualitas sumber daya manusia dan IPM yang tertinggal. Sementara itu, klaster ketiga mencakup wilayah yang paling maju dengan nilai pendidikan serta IPM tertinggi, meskipun menghadapi masalah kepadatan penduduk dan persaingan kerja yang lebih besar.

Permasalahan Utama dan Kebutuhan Pembangunan Spesifik Setiap Klaster untuk Mengurangi Disparitas Sosial Ekonomi

Hasil pengelompokan wilayah menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM) menunjukkan adanya diferensiasi struktural antar klaster dalam hal kualitas modal manusia, struktur pasar kerja, dan tekanan demografis. Setiap klaster memiliki tantangan dan kebutuhan kebijakan yang berbeda, sehingga intervensi pembangunan tidak dapat disamaratakan. Analisis berikut menguraikan permasalahan utama serta kebutuhan pembangunan spesifik yang perlu direspons oleh kebijakan publik untuk mengurangi disparitas sosial-ekonomi antar wilayah di Jawa Barat.

Klaster 0 – Wilayah Urban/Metropolitan Menengah Permasalahan Utama

Klaster ini memiliki karakteristik IPM dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) yang relatif tinggi, mencerminkan kualitas modal manusia yang baik. Namun, kepadatan penduduk yang sangat tinggi menyebabkan kompetisi pasar kerja meningkat, yang tercermin dari Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) pada kategori menengah. Kondisi ini memunculkan mismatch keterampilan antara lulusan pendidikan dan permintaan kerja lokal. Selain itu, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) yang rendah menunjukkan bahwa sebagian penduduk usia produktif belum sepenuhnya terserap pasar kerja, baik karena masih menempuh pendidikan maupun karena tekanan kompetitif wilayah urban.

Kebutuhan Pembangunan:

- a. Penetapan Peran Pertumbuhan Sekunder: Kebijakan harus secara eksplisit menetapkan Klaster 0 sebagai pusat logistik, *hub* perdagangan, atau pusat jasa profesional sekunder, menarik investasi *shared services* dan *back office* untuk menyerap tenaga kerja terdidik yang enggan pindah ke Klaster 2.
- b. Penguatan Keterhubungan Pendidikan–Industri Regional: Peningkatan *link and match* di tingkat regional untuk memastikan lulusan perguruan tinggi dan vokasi relevan dengan sektor unggulan lokal.
- c. Pengendalian Urbanisasi dan Infrastruktur Mobilitas: Penguatan tata ruang untuk mengelola kepadatan dan pembangunan infrastruktur mobilitas (transportasi publik dan konektivitas jalan) untuk mengurangi beban ekonomi akibat konsentrasi penduduk dan memfasilitasi pergerakan tenaga kerja.

Klaster 1 – Wilayah Perdesaan/Penyangga Permasalahan Utama

Klaster ini memiliki kualitas modal manusia yang paling rendah, tercermin dari nilai RLS dan IPM terendah di antara seluruh klaster. Meskipun TPAK sangat tinggi dan TPT rendah, penyerapan tenaga kerja lebih banyak terjadi pada sektor informal atau pertanian subsisten yang memiliki produktivitas rendah. Kondisi ini menunjukkan adanya underemployment serta keterbatasan peluang kerja bernilai tambah tinggi. Rendahnya capaian pendidikan dasar dan menengah menjadi faktor utama stagnasi produktivitas dan kesenjangan pembangunan manusia antara klaster perdesaan dan klaster urban.

Kebutuhan Pembangunan:

- a. Akselerasi Pemerataan Pendidikan: Prioritas kebijakan untuk peningkatan akses, kualitas, dan daya tarik pendidikan dasar hingga menengah (SMA/SMK), memastikan capaian RLS minimal 12 tahun untuk seluruh penduduk usia produktif.

- b. Transformasi Ekonomi Lokal: Penguatan hilirisasi (industri pengolahan) produk pertanian dan sumber daya alam lokal serta pengembangan pariwisata berbasis komunitas untuk menciptakan lapangan kerja formal yang bernilai tambah tinggi.
- c. Pembangunan Infrastruktur Dasar dan Konektivitas Digital: Perluasan akses infrastruktur dasar dan internet untuk meningkatkan produktivitas UMKM dan agribisnis, serta menghubungkan wilayah dengan pasar Klaster 0 dan Klaster 2.
- d. Penguatan Pelayanan Kesehatan Dasar: Investasi pada fasilitas dan tenaga kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup, yang merupakan komponen kunci dari peningkatan IPM.

Klaster 2 – Wilayah Super-Urban/Paling Maju

Permasalahan Utama

Klaster ini memiliki kualitas modal manusia tertinggi yang tercermin dari IPM dan RLS tertinggi. Namun, wilayah ini justru menghadapi TPT tertinggi, mengindikasikan pengangguran terdidik dan ketidakseimbangan antara suplai tenaga kerja berpendidikan dengan kapasitas pasar kerja. Kepadatan penduduk yang sangat tinggi memperparah tekanan terhadap infrastruktur, layanan publik, serta kompetisi di pasar kerja. TPAK yang berada pada kategori menengah menunjukkan bahwa sebagian penduduk usia produktif enggan masuk pasar kerja karena persaingan yang sangat ketat.

Kebutuhan Pembangunan:

- a. Ekspansi Sektor Bernilai Tambah Tinggi: Kebijakan harus mendorong investasi dan insentif fiskal pada industri teknologi, riset, ekonomi kreatif, dan jasa profesional yang mampu menyerap tenaga kerja dengan keterampilan tinggi (*skilled labor*).
- b. Program *Up-skilling* dan *Re-skilling* Berbasis Industri: Implementasi program pelatihan yang ketat dan tersertifikasi yang selaras dengan permintaan industri 4.0 (misal nya *big data*, *coding*, dan *green technology*) untuk menutup kesenjangan keterampilan (*mismatch*).
- c. Manajemen Kepadatan Melalui Desentralisasi: Penataan ruang yang mendukung desentralisasi pusat bisnis non-inti ke wilayah penyangga (Klaster 0), didukung oleh penguatan sistem transportasi massal untuk mengelola mobilitas komuter dan tekanan demografis.

Rekomendasi Kebijakan Pembangunan Sumber Daya Manusia yang Optimal Untuk Setiap Klaster Wilayah di Jawa Barat Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Serapan Tenaga Kerja Daerah

Berdasarkan hasil analisis klasterisasi menggunakan *Gaussian Mixture Model* dengan tiga klaster wilayah, dapat dirumuskan rekomendasi kebijakan pembangunan Sumber Daya Manusia yang optimal dan berbasis bukti untuk setiap klaster di Jawa Barat. Pemetaan klaster menunjukkan karakteristik yang berbeda antar wilayah, sehingga memerlukan pendekatan kebijakan yang disesuaikan dengan kondisi spesifik masing-masing klaster untuk meningkatkan kualitas dan serapan tenaga kerja daerah secara efektif.

Klaster 0 yang mencakup wilayah Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Cirebon, dan Kota Depok menunjukkan karakteristik wilayah urban dengan tingkat urbanisasi tinggi dan dominasi sektor jasa. Rekomendasi kebijakan untuk klaster ini difokuskan pada peningkatan kompetensi digital dan keterampilan industri 4.0 yang menjadi kebutuhan utama pasar kerja di wilayah perkotaan. Program *link and match* antara institusi pendidikan dengan industri perlu diperkuat melalui pengembangan kurikulum berbasis kompetensi industri yang terverifikasi oleh stakeholder industri dan implementasi program magang terstruktur dengan durasi minimal enam bulan (International Labour Organization, 2021). Pengembangan ekosistem digital talent menjadi prioritas strategis melalui pembentukan digital talent hub di setiap kota, program pelatihan intensif coding dan data *analytics* dengan sertifikasi internasional, serta kemitraan strategis dengan perusahaan teknologi multinasional dan

startup lokal (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2022). Penguatan sistem sertifikasi kompetensi kerja perlu dilakukan dengan memperbanyak Lembaga Sertifikasi Profesi terakreditasi dan memberikan subsidi biaya sertifikasi bagi tenaga kerja dari keluarga kurang mampu untuk meningkatkan serapan tenaga kerja berkualitas. Pemerintah daerah didorong untuk memperkuat kebijakan link and match antara SMK dan industri melalui optimalisasi Forum Kolaboratif Vokasi Daerah (FKVD), diiringi dengan program pelatihan ulang (reskilling) dan peningkatan keterampilan (upskilling) yang masif, terutama bagi lulusan yang belum terserap oleh pasar kerja. Selain itu, pembangunan infrastruktur digital dan peningkatan literasi digital tenaga kerja juga menjadi katalis penting untuk meningkatkan produktivitas industri dan efisiensi tenaga kerja di seluruh klaster wilayah (Nur, 2025).

Klaster 1 yang terdiri dari Pangandaran, Majalengka, Bandung Barat, Tasikmalaya, Cirebon, Kota Banjar, Kuningan, Ciamis, Subang, Garut, Indramayu, Purwakarta, Sumedang, Cianjur, Bandung, Kota Tasikmalaya, dan Bekasi menunjukkan karakteristik wilayah dengan ekonomi berbasis pertanian dan industri menengah. Klaster ini memerlukan strategi yang mengakomodasi kebutuhan pengembangan SDM untuk sektor pertanian modern dan industri manufaktur. Pembentukan training center industri yang terintegrasi dengan kawasan-kawasan industri dapat menjadi solusi efektif untuk menyediakan tenaga kerja terampil yang siap pakai dengan kompetensi spesifik sesuai kebutuhan industri lokal (International Labour Organization, 2021). Untuk sektor pertanian, program modernisasi SDM melalui pelatihan teknologi pertanian presisi, manajemen agribisnis modern, dan digital farming perlu diprioritaskan untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing. Pengembangan SMK berbasis industri dengan kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan industri lokal perlu dipercepat melalui model dual system yang melibatkan keterlibatan aktif industri dalam proses pembelajaran (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2022). Perluasan akses pendidikan menengah dan tinggi melalui pembangunan sekolah menengah kejuruan dengan jurusan yang relevan dengan potensi lokal dan pengembangan politeknik dengan fokus pada kebutuhan spesifik daerah menjadi prioritas utama (World Bank, 2020). Program literasi digital dan keuangan untuk masyarakat perlu diintensifkan melalui pembentukan *digital literacy center* di setiap kabupaten untuk meningkatkan kesiapan tenaga kerja menghadapi transformasi digital (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2022). Kebijakan perlu menekankan aspek pemerataan pembangunan dan klusterisasi industri yang berbasis spasial sesuai temuan klusterisasi. Untuk mengatasi tantangan di klaster pedesaan yang dominan sektor informal dan rendah kualitas pendidikan, kebijakan harus fokus pada peningkatan mutu pendidikan dasar dan menengah, serta pemerataan akses terhadap pelatihan keterampilan (Nur, 2025).

Klaster 2 yang mencakup Kota Bandung, Kota Cimahi, dan Kota Bekasi merupakan wilayah metropolitan dengan karakteristik ekonomi yang sangat maju, dominasi sektor industri manufaktur, jasa, dan teknologi informasi dengan tingkat urbanisasi tinggi serta Produk Domestik Regional Bruto per capita yang signifikan. Permasalahan ketenagakerjaan utama di klaster ini adalah ketidaksesuaian keterampilan antara lulusan pendidikan dengan kebutuhan industri, meskipun tingkat pendidikan formal relatif tinggi (Badan Pusat Statistik, 2023). Kebijakan untuk klaster metropolitan ini harus fokus pada peningkatan kualitas dan relevansi pendidikan vokasi tingkat lanjut. Pengembangan program pelatihan intensif untuk kompetensi digital tingkat lanjut, *artificial intelligence*, *big data analytics*, dan *Internet of Things* menjadi kebutuhan mendesak mengingat transformasi industri yang cepat di wilayah ini. Kolaborasi strategis dengan perusahaan teknologi global dan regional perlu diperkuat untuk memastikan transfer knowledge dan best practices industri kepada tenaga kerja lokal. Pendirian *innovation hub* dan *startup incubator* yang terintegrasi dengan ekosistem pendidikan tinggi dapat mendorong pengembangan entrepreneurship berbasis teknologi dan menciptakan lapangan kerja baru yang berkualitas. Sistem monitoring dan evaluasi yang

berbasis data *real-time* perlu dikembangkan untuk memastikan kesesuaian antara output pendidikan dan pelatihan dengan kebutuhan pasar kerja yang dinamis. Proyeksi kebutuhan tenaga kerja hingga 2030 menunjukkan peningkatan permintaan terhadap tenaga kerja di sektor manufaktur berbasis teknologi, ekonomi kreatif dan digital, serta logistik, dengan variasi intensitas di setiap klaster (McKinsey Global Institute, 2021).

Dari penelitian (Rachma & Santoso, 2025) disimpulkan bahwa wilayah yang tergolong dalam klaster dengan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) rendah dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) tinggi memerlukan peningkatan keterampilan tenaga kerja melalui program pelatihan vokasi relevan dan diversifikasi industri serta penguatan infrastruktur guna menarik investasi dan menciptakan lebih banyak lapangan pekerjaan. Sementara itu, klaster yang memiliki karakteristik TPAK tinggi dan TPT rendah lebih tepat difokuskan pada pemberdayaan sektor informal melalui pelatihan peningkatan skill, perlindungan tenaga kerja, dan pengembangan ekonomi berbasis potensi lokal. Tetapi, secara umum seluruh wilayah memerlukan monitoring data yang berkelanjutan, peningkatan akses pendidikan dan pelatihan berkualitas, serta keterlibatan aktif masyarakat dan pemangku kepentingan dalam perencanaan serta pelaksanaan kebijakan, agar pembangunan SDM yang dilakukan dapat lebih efektif, berkelanjutan, dan mampu mengatasi tantangan ketenagakerjaan secara optimal.

Evaluasi berkala menggunakan indikator kinerja utama seperti tingkat partisipasi program pelatihan, tingkat penempatan kerja lulusan program, peningkatan produktivitas tenaga kerja terukur, dan pertumbuhan UMKM di setiap klaster perlu dilakukan setiap tahun untuk penyesuaian kebijakan. Mekanisme *feedback loop* dari hasil monitoring harus diintegrasikan dalam proses perumusan kebijakan berikutnya untuk memastikan continuous improvement dalam peningkatan kualitas dan serapan tenaga kerja daerah (International Labour Organization, 2021). Pendekatan *evidence-based policy* ini memungkinkan pemerintah daerah untuk mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien dan efektif sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan spesifik setiap klaster wilayah, sehingga diharapkan dapat meningkatkan daya saing SDM Jawa Barat secara keseluruhan dan mengurangi disparitas pembangunan antar wilayah.

E. KESIMPULAN

Hasil analisis menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM) menunjukkan bahwa wilayah di Jawa Barat terbagi ke dalam tiga klaster dengan karakteristik sosial-ekonomi yang berbeda. Klaster pertama merupakan wilayah urban menengah dengan tingkat pendidikan dan IPM yang cukup baik, namun menghadapi tekanan kepadatan penduduk dan pengangguran; klaster kedua mencerminkan wilayah perdesaan/penyangga dengan kepadatan penduduk rendah, TPT rendah, tetapi kualitas modal manusia yang tertinggal; sedangkan klaster ketiga merupakan wilayah metropolitan paling maju dengan pendidikan dan IPM tertinggi, namun menghadapi kompetisi pasar kerja yang sangat ketat akibat tingginya kepadatan dan TPT. Perbedaan karakter ini mengarah pada permasalahan dan kebutuhan kebijakan yang spesifik. Klaster pertama membutuhkan penguatan tata kelola urban dan pendidikan industri, klaster kedua memerlukan percepatan pemerataan pendidikan, modernisasi ekonomi lokal, serta peningkatan infrastruktur dasar, dan klaster ketiga membutuhkan perluasan sektor bernilai tambah tinggi serta program *up-skilling* dan *re-skilling* untuk mengatasi *mismatch* keterampilan. Berdasarkan kebutuhan tersebut, rekomendasi kebijakan pembangunan SDM diarahkan pada peningkatan kompetensi digital dan industri untuk klaster urban, penguatan pendidikan vokasi dan modernisasi pertanian untuk klaster perdesaan, serta pengembangan talenta teknologi tingkat lanjut dan ekosistem inovasi untuk klaster metropolitan. Implementasi kebijakan berbasis klaster ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas tenaga

kerja, memperkuat daya saing wilayah, dan secara bertahap mengurangi disparitas sosial-ekonomi antarwilayah di Jawa Barat.

REFERENSI

- Abae, Irawan; Royali, A. S. (2024). *Ekonomi Regional: Dinamika Ketimpangan, Integrasi Daerah, Dan Inovasi Daerah* (Pertama; F. K. Sari, Ed.). Lamongan: Cv Detak Pustaka.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Keadaan Ketenagakerjaan Jawa Barat 2023*. Bps Provinsi Jawa Barat.
- Bps Jawa Barat. (2024). *Statistik Ketenagakerjaan Provinsi Jawa Barat, 2024*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat.
- Bps Provinsi Jawa Barat. (2025a). Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) Menurut Kabupaten Kota (Umur Harapan Hidup/Uhh Hasil Lf Sp2020*), 2025.
- Bps Provinsi Jawa Barat. (2025b). Rata-Rata Lama Sekolah Penduduk Berumur 15 Tahun Ke Atas Menurut Kabupaten/Kota (Tahun), 2025.
- Bps Provinsi Jawa Barat. (2025c). Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota (Persen), 2025.
- Bps Provisin Jabar. (2025). Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2025.
- Hastuti, W., Wulandari, S., & Puspitasari, A. D. (2021). Penerapan Metode Klasterisasi Dalam Pemetaan Tingkat Kesejahteraan Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 24(2), 110–125.
- International Labour Organization. (2021). *Skills Development And Lifelong Learning In Asia-Pacific*. Ilo Regional Office.
- Kementerian Komunikasi Dan Informatika. (2022). *Roadmap Pengembangan Talenta Digital Indonesia*. Kemenkominfo Ri.
- Kuncoro, M. (2018). *Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah, Dan Kebijakan (Edisi Kelima)*. Upp Stim Ykpn.
- Mckinsey Global Institute. (2021). *The Future Of Work In Asia: Automation, Job Growth, And Skill Requirements*. Mckinsey & Company.
- Nur, M. (2025). *Rekomendasi Kebijakan Memajukan Ekonomi Jawa Barat Book Of Proceedings Tahun 2025 Rekomendasi Kebijakan Memajukan Ekonomi Jawa Barat*.
- Open Data Jabar. (2025). *Kepadatan Penduduk Berdasarkan Kabupaten/Kota Di Jawa Barat*.
- Rachma, M., & Santoso, C. B. (2025). *Klasterisasi Data Pengangguran Di Pulau Jawa Menggunakan Algoritma K-Means Dalam*. 8, 202–209.
- Samudra, Azhari Aziz., D. (2023). *Implementasi Kebijakan Publik & Evidence-Base Policy* (E. Satispi, Ed.). Yogyakarta: Penerbit Samudra Biru.
- Setiawan, B. (2019). Analisis Klasterisasi Regional Berbasis Indikator Sosial-Ekonomi Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi*, 12(1), 1–10.
- Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian : Primer, Sekunder, Dan Tersier. *Jurnal Edu Research*, 5(3), 110–116.
- Suwarno, H. L. (2025). *Strategi Peningkatan Intensi Berwirausaha Mahasiswa Dalam Rangka Mengurangi Tingginya Potensi Tingkat Pengangguran* (Pertama; Cynthia, Ed.). Yogyakarta: Cv Andi Offset.
- World Bank. (2020). *Human Capital Development In Rural Indonesia: Challenges And Opportunities*. World Bank Group.