

CLUSTER ENSEMBLE DALAM PENGGEROMBOLAN KABUPATEN/ KOTA DI JAWA BARAT BERDASARKAN KONDISI DISPARITAS PEMBANGUNAN MANUSIA BERBASIS GENDER

ELMA MEILINA MURSYIDA



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Cluster Ensemble* dalam Penggerombolan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Kondisi Disparitas Pembangunan Manusia Berbasis Gender” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Saya juga menyatakan bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), yaitu ChatGPT model GPT-5.6 Thinking yang dikembangkan oleh OpenAI secara terbatas sebagai alat bantu untuk penelusuran literatur, penyuntingan bahasa, penyempurnaan struktur penulisan, serta penyusunan sintaks untuk pengolahan data. Penggunaan AI dilakukan sesuai dengan prinsip etika akademik dan ketentuan yang berlaku. Seluruh proses analisis data, validasi sintaks, pengolahan data, interpretasi hasil, serta isi skripsi merupakan hasil pemikiran dan tanggung jawab sepenuhnya penulis.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Elma Meilina Mursyida
G14190075



ABSTRAK

ELMA MEILINA MURSYIDA. *Cluster Ensemble* dalam Penggerombolan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Kondisi Disparitas Pembangunan Manusia Berbasis Gender. Dibimbing oleh RAHMA ANISA dan MOHAMMAD MASJKUR.

Disparitas gender masih menjadi isu penting dalam pembangunan manusia karena perempuan dan laki-laki belum sepenuhnya memperoleh capaian yang setara pada aspek kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, dan ekonomi. Provinsi Jawa Barat memiliki nilai Indeks Pembangunan Gender terendah di antara provinsi di Pulau Jawa pada tahun 2024, sedangkan 27 kabupaten/kotanya menunjukkan karakteristik disparitas yang beragam. Berbagai metode penggerombolan dapat menghasilkan solusi yang berbeda meskipun menggunakan data yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan *cluster ensemble* untuk mengombinasikan beberapa hasil penggerombolan menjadi solusi konsensus. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan 27 kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan delapan rasio capaian perempuan terhadap laki-laki menggunakan tujuh metode penggerombolan dan algoritma *Link-Based Cluster Ensemble*. Sebanyak 12 partisi unik tanpa *singleton* digunakan sebagai anggota *ensemble*. Hasil penelitian menunjukkan 5 gerombol tanpa *singleton* dengan nilai Indeks Davies–Bouldin sebesar 1,0241 dan keanggotaan yang sama pada 3 fungsi konsensus. Nilai tersebut lebih kecil daripada hasil terbaik metode pautan lengkap, median, dan rata-rata, serta sama dengan metode Ward dan k-rataan. Setiap gerombol memiliki karakteristik berbeda pada sektor pendidikan, ekonomi, ketenagakerjaan, dan kesehatan. Gerombol pertama perlu diprioritaskan karena menunjukkan ketertinggalan perempuan secara bersamaan pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan serta pada capaian pendidikan menengah ke atas.

Kata kunci: analisis gerombol, *cluster ensemble*, disparitas gender, pembangunan manusia



ABSTRACT

ELMA MEILINA MURSYIDA. *Cluster Ensemble* dalam Penggerombolan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Kondisi Disparitas Pembangunan Manusia Berbasis Gender. Supervised by RAHMA ANISA and MOHAMMAD MASJKUR.

Gender disparity remains an important issue in human development because women and men have not yet achieved equal outcomes in health, education, employment, and economic sectors. In 2024, West Java had the lowest Gender Development Index among the provinces on Java Island, while its 27 regencies and cities exhibited diverse disparity characteristics. Different clustering methods may produce different solutions even when applied to the same data. Therefore, this study applied a cluster ensemble approach to combine multiple clustering results into a consensus solution. This study aimed to group 27 regencies and cities in West Java based on eight female-to-male achievement ratios using seven clustering methods and the Link-Based Cluster Ensemble algorithm. 12 unique partitions without singletons were used as ensemble members. The results produced 5 clusters with no singletons and a Davies–Bouldin Index of 1.0241, with identical memberships across three consensus functions. This value was lower than the best results obtained using complete, median, and average linkage methods, and equal to those obtained using Ward’s method and k-means. Each cluster had distinct characteristics in the education, economic, employment, and health sectors. The first cluster requires priority attention because women experience simultaneous disadvantages in the economic and employment sectors, as well as in upper-secondary education attainment.

Keywords: cluster analysis, cluster ensemble, gender disparity, human development



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



CLUSTER ENSEMBLE DALAM PENGGEROMBOLAN KABUPATEN/ KOTA DI JAWA BARAT BERDASARKAN KONDISI DISPARITAS PEMBANGUNAN MANUSIA BERBASIS GENDER

ELMA MEILINA MURSYIDA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : *Cluster Ensemble* dalam Penggerombolan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Kondisi Diseparitas Pembangunan Gender

Nama : Elma Meilina Mursyida

NIM : G14190075

Disetujui oleh

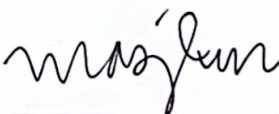
Pembimbing 1:

Rahma Anisa, S.Stat., M.Si., M.Act.Sc



Pembimbing 2:

Ir. Mohammad Masjukur, M.S



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si

NIP. 197804112005011002



Tanggal Ujian:
(15 Juli 2026)

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2023 sampai bulan Juni 2026 ini ialah penggerombolan, dengan judul “*Cluster Ensemble* dalam Penggerombolan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Kondisi Disparitas Pembangunan Manusia Berbasis Gender”.

Karya ini tentunya dapat terselesaikan berkat doa, bimbingan, dan bantuan banyak pihak. Oleh sebab itu, izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu karena selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun, terutama selalu memanjatkan doa di sepanjang sujud agar anaknya dapat menyelesaikan karya ilmiahnya dengan baik,
2. Kakak dan adik selaku saudara yang telah memberi doa dan dukungan,
3. Ibu Rahma Anisa, S.Stat., M.Si., M.Act.Sc dan Bapak Ir. Mohammad Masjkur, M.S yang telah membimbing dan memberikan arahan penulis selama proses pembuatan karya ilmiah ini,
4. Dosen Statistika dan Sains Data IPB karena telah memberikan ilmu-ilmu statistika yang bermanfaat sehingga menambah wawasan penulis dalam bidang statistika,
5. Seluruh teman-teman statistika IPB angkatan 56,
6. Staf administrasi Statistika dan Sains Data IPB karena telah membantu masalah administrasi perkuliahan dari awal kuliah sampai pada tahap ini,
7. Seluruh pihak yang membantu penulis menyelesaikan karya ilmiah ini, baik yang berperan langsung maupun tak langsung. Tanpa mengurangi rasa hormat, terima kasih atas segala bantuan yang tak ternilai harganya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Elma Meilina Mursyida

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Disparitas Pembangunan Gender	4
2.2 Analisis Gerombol	4
2.3 <i>Cluster Ensemble</i>	6
2.4 Link-Based <i>Cluster ensemble</i>	7
2.5 Evaluasi Hasil Penggerombolan	9
III METODE	11
3.1 Data	11
3.2 Prosedur Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Eksplorasi Data	14
4.2 Pemeriksaan Korelasi Antar Peubah	15
4.3 Penggerombolan Metode Tunggal	16
4.4 Penggerombolan <i>Cluster ensemble</i>	17
4.5 Evaluasi Hasil Pengerombolan	18
4.6 Deskripsi Hasl Gerombol	19
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	37



DAFTAR TABEL

1	Daftar peubah yang digunakan	11
2	Ringkasan data peubah indikator disparitas pembangunan gender	14
3	Evaluasi penggerombolan metode tunggal	16
4	Nilai evaluasi hasil penggerombolan konsensus	18
5	Perbandingan nilai DBI antara <i>cluster ensemble</i> dan metode penggerombolan tunggal	19
6	Hasil penggerombolan <i>cluster ensemble</i>	20
7	Nilai rata-rata dan simpangan baku peubah setiap gerombol	21

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka metode <i>cluster ensemble</i>	7
2	Matriks korelasi antar peubah indikator disparitas pembangunan gender	15
3	Peta tematik hasil penggerombolan kabupaten/kota di Provinsi Jawa	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil penggerombolan metode tunggal	29
2	Tabulasi anggota <i>ensemble</i>	32
3	<i>Binary Association Matrix</i> berdasarkan 12 partisi unik pada $k = 2 - 5$	33
4	Matriks kesamaan CTS berdasarkan 12 partisi unik pada $k = 2 - 5$	35
5	Matriks jarak yang digunakan pada <i>cluster ensemble</i> untuk $k=2-5$	36

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan manusia merupakan aspek penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Salah satu isu yang masih menjadi perhatian dalam pembangunan manusia adalah kesetaraan gender, yaitu kondisi ketika perempuan dan laki-laki memiliki kesempatan yang setara dalam memperoleh akses terhadap kesehatan, pendidikan, dan aktivitas ekonomi (Nisa 2018). Tingkat kesetaraan gender dapat diukur menggunakan Indeks Pembangunan Gender (IPG), yang menggambarkan perbandingan capaian pembangunan manusia antara perempuan dan laki-laki pada dimensi kesehatan, pendidikan, dan standar hidup layak (BPS 2025). Meskipun Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia, yaitu sebanyak 50,49 juta jiwa pada tahun 2024. Nilai IPG Jawa Barat sebesar 90,39 merupakan yang terendah di antara provinsi-provinsi di Pulau Jawa (BPS 2025). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kesenjangan pembangunan manusia antara perempuan dan laki-laki masih terjadi. Capaian indikator pembangunan berbasis gender pada 27 kabupaten/kota di Jawa Barat juga menunjukkan keragaman karakteristik antarwilayah. Perbedaan kondisi tersebut mengindikasikan adanya disparitas pembangunan manusia berbasis gender yang memerlukan penanganan sesuai dengan karakteristik masing-masing daerah.

Keragaman karakteristik antarwilayah tersebut mendorong perlunya identifikasi kelompok wilayah dengan tingkat disparitas gender yang serupa, dan analisis gerombol menjadi salah satu pendekatan yang telah digunakan untuk tujuan ini. Asehnino dan Wijayanto (2024) mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator pembangunan dan pemberdayaan gender, sedangkan Iswahyudi dan Rahmawati (2025) mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan IPG. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa analisis gerombol mampu mengidentifikasi kelompok wilayah dengan karakteristik pembangunan gender yang serupa, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar penyusunan kebijakan yang lebih terarah. Meskipun demikian, penggunaan IPG sebagai dasar pengelompokan pada penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, karena IPG merupakan indikator komposit yang hanya menggambarkan kesenjangan capaian pembangunan pada tiga dimensi dasar, yaitu kesehatan, pendidikan, dan standar hidup layak. Dengan demikian, nilai IPG dianggap mampu menggambarkan kesenjangan gender secara umum, tetapi belum menunjukkan aspek spesifik yang menjadi pembeda karakteristik antarwilayah, sehingga dua wilayah dengan nilai IPG yang relatif sama masih mungkin memiliki sumber disparitas yang sangat berbeda.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menggunakan delapan peubah berupa rasio perempuan terhadap laki-laki yang mewakili dimensi kesehatan, pendidikan, ekonomi, dan ketenagakerjaan secara lebih rinci dibandingkan tiga dimensi dasar penyusun IPG. Penggunaan indikator yang lebih rinci semacam ini juga telah diterapkan pada penelitian lain seperti, Fachrodhiya *et al.* (2026) yang menggunakan rata-rata lama sekolah dan pengeluaran per kapita untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia, Salsabila dan Hendrawan (2021) menggunakan capaian perempuan di sektor profesional untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia, dan Hatipoğlu (2022) menggunakan

partisipasi kerja serta pendidikan menengah perempuan untuk mengelompokkan negara-negara di dunia. Dengan mengacu pada indikator-indikator tersebut, peubah pada penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi karakteristik disparitas gender pada setiap kabupaten/kota secara lebih rinci. Peubah tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan analisis gerombol.

Berbagai metode penggerombolan dapat menghasilkan solusi yang berbeda meskipun menggunakan data yang sama, sehingga pemilihan solusi gerombol terbaik menjadi tidak sederhana. Hu dan Yoo (2004) menyatakan bahwa setiap solusi gerombol yang dihasilkan oleh metode yang berbeda dapat saling melengkapi, sehingga informasi dari seluruh solusi tersebut dapat dikombinasikan untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Pendekatan yang menggabungkan beberapa hasil penggerombolan ini dikenal sebagai *cluster ensemble* (Strehl dan Ghosh 2002), yang terbukti mampu menghasilkan penggerombolan yang lebih stabil dan lebih baik dibandingkan metode tunggal (Retzer dan Shan 2007; Orme dan Johnson 2008).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki karakteristik serupa adalah analisis gerombol. Analisis gerombol bertujuan mengelompokkan objek berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik yang dimiliki. Berbagai metode penggerombolan dapat menghasilkan solusi yang berbeda meskipun menggunakan data yang sama sehingga pemilihan solusi gerombol terbaik menjadi tidak sederhana. Hu dan Yoo (2004) menyatakan bahwa setiap solusi gerombol yang dihasilkan oleh metode yang berbeda dapat saling melengkapi sehingga informasi dari seluruh solusi tersebut dapat dikombinasikan untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Pendekatan yang menggabungkan beberapa hasil penggerombolan dikenal sebagai *cluster ensemble* (Strehl dan Ghosh 2002). Metode ini terbukti mampu menghasilkan penggerombolan yang lebih stabil dan lebih baik dibandingkan dengan metode tunggal (Retzer dan Shan 2007; Orme dan Johnson 2008).

Penerapan *cluster ensemble* pada penggerombolan wilayah di Indonesia telah dilakukan oleh Nuraidah (2014) yang menggerombolkan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan indikator pendidikan SMA/SMK/MA, Ristiyanti (2017) yang mengelompokkan provinsi berdasarkan indikator kesehatan ibu hamil, serta Yusfar *et al.* (2021) yang menggerombolkan kabupaten/kota di Sulawesi Selatan berdasarkan indikator pembangunan ekonomi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *cluster ensemble* menghasilkan kualitas penggerombolan yang lebih baik dibandingkan dengan metode tunggal. Kajian mengenai penerapan *cluster ensemble* untuk menggerombolkan kabupaten/kota berdasarkan kondisi disparitas pembangunan manusia berbasis gender di Provinsi Jawa Barat masih terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode *cluster ensemble* dalam menggerombolkan 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan kondisi disparitas pembangunan manusia berbasis gender tahun 2024.

1.2 Tujuan

1. Menggerombolkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat menggunakan metode pautan tunggal, pautan lengkap, pautan rata-rata, pautan median, pautan *centroid*, metode Ward, dan k-rataan, berdasarkan kondisi disparitas pembangunan manusia berbasis gender tahun 2024.

2. Menggerombolkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat menggunakan metode *cluster ensemble*
3. Membandingkan hasil penggerombolan *cluster ensemble* dengan hasil penggerombolan tunggal untuk menentukan solusi penggerombolan terbaik.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Disparitas Pembangunan Gender

Disparitas gender dalam pembangunan manusia menunjukkan adanya perbedaan capaian antara perempuan dan laki-laki pada dimensi kesehatan, pendidikan, dan ekonomi. Semakin kecil kesenjangan antara perempuan dan laki-laki, semakin baik tingkat kesetaraan pembangunan manusia yang dicapai. Pengukuran disparitas gender secara resmi diukur menggunakan Indeks Pembangunan Gender (IPG). Berdasarkan BPS (2014), IPG dihitung dengan membandingkan IPM perempuan dan IPM laki-laki, dengan rumus:

$$IPG = \frac{IPM \text{ perempuan}}{IPM \text{ laki-laki}} \times 100 \quad (1)$$

IPM sebagai penyusun IPG terdiri atas tiga dimensi dasar, yaitu umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan, dan standar hidup layak. Nilai IPG yang semakin mendekati 100 menunjukkan capaian pembangunan perempuan yang semakin setara dengan laki-laki, sedangkan nilai yang semakin jauh dari 100 menunjukkan ketimpangan gender yang semakin besar (BPS 2014).

Penelitian ini tidak menggunakan nilai IPG sebagai peubah analisis, melainkan menerapkan konsep pengukuran IPG, yaitu membandingkan capaian perempuan terhadap laki-laki. Konsep tersebut diterapkan pada setiap indikator penelitian sehingga masing-masing indikator dinyatakan dalam bentuk rasio perempuan terhadap laki-laki. Secara umum, rasio tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{X_p}{X_L} \quad (2)$$

dengan R adalah rasio perempuan terhadap laki-laki, X_p adalah nilai indikator pada perempuan, dan X_L adalah nilai indikator yang sama pada laki-laki. Pendekatan ini menerapkan prinsip dasar IPG, yaitu mengukur perbedaan capaian antara perempuan dan laki-laki melalui perbandingan kedua kelompok, namun diterapkan pada masing-masing indikator penyusun agar karakteristik disparitas pada setiap dimensi pembangunan dapat dianalisis secara lebih rinci. Pendekatan serupa juga digunakan pada beberapa penelitian terdahulu, seperti penelitian oleh Nisa (2018), yang melakukan pengelompokan ketimpangan gender di Jawa Timur menggunakan rasio indikator perempuan terhadap laki-laki, seperti rasio keluhan kesehatan, rasio angka partisipasi sekolah, rasio penduduk buta huruf, rasio partisipasi kerja, dan rasio jumlah DPRD.

2.2 Analisis Gerombol

Analisis gerombol adalah salah satu teknik peubah ganda yang bertujuan mengelompokkan objek-objek berdasarkan kemiripan karakteristik yang dimilikinya. Objek yang berada dalam gerombol yang sama memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan dengan objek yang berada pada gerombol lain (Mattjik dan Sumertajaya 2011). Ukuran kemiripan yang paling umum digunakan adalah menggunakan ukuran jarak Euclidean yang didefinisikan sebagai berikut:

$$d_{ij} = \left\{ (x_i - x_j)' (x_i - x_j) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

dengan d_{ij} = jarak antar objek ke- i dan ke- j , x_i = vektor peubah untuk objek ke- i , x_j = vektor peubah untuk objek ke- j , $i \neq j$ (Johnson dan Wichern 2002).

Jarak ini digunakan ketika peubah yang diamati saling bebas atau tidak ada korelasi. Adanya korelasi menyebabkan informasi yang didapat akan tumpang tindih. Apabila terdapat korelasi antar peubah, maka dapat dilakukan transformasi menggunakan analisis komponen utama. Selain itu, apabila satuan pengukuran data tidak sama, dilakukan transformasi terlebih dahulu ke dalam bentuk baku. Hal ini bertujuan untuk mengurangi keragaman yang disebabkan oleh perbedaan satuan pengukuran. Johnson dan Wichern (2002) membagi metode penggerombolan menjadi dua, yaitu metode berhierarki dan tak berhierarki.

2.2.1 Metode Berhierarki

Penggerombolan dengan metode berhierarki digunakan jika banyak gerombol yang akan dibentuk tidak diketahui sebelumnya. Menurut Johnson dan Wichern (2002), terdapat beberapa metode gerombol berhierarki diantaranya:

1. Pautan Tunggal

Jarak dua gerombol diukur dengan jarak terdekat antara sebuah objek dalam gerombol yang satu dengan sebuah objek dalam gerombol yang lain.

$$d_{(uv)w} = \min(d_{uw}, d_{vw}) \quad (4)$$

dengan $d_{(uv)w}$ adalah jarak antara gerombol (uv) dan gerombol w , d_{uw} dan d_{vw} adalah jarak antara tetangga terdekat gerombol u dan w , serta gerombol v dan w .

2. Pautan Lengkap

Jarak dua gerombol diukur dengan jarak terjauh antara sebuah objek dalam gerombol yang satu dengan sebuah objek dalam gerombol yang lain.

$$d_{(uv)w} = \max(d_{uw}, d_{vw}) \quad (5)$$

dengan $d_{(uv)w}$ adalah jarak antara gerombol (uv) dan gerombol w , d_{uw} dan d_{vw} adalah jarak antara objek terjauh gerombol u dan w , serta gerombol v dan w .

3. Pautan Rataan

Jarak antara dua gerombol diukur dengan jarak rata-rata antara seluruh objek dalam gerombol yang satu dengan seluruh objek dalam gerombol yang lain.

$$d_{(uv)w} = \text{rata} - \text{rata}(d_{uv}, d_{vw}) \quad (6)$$

dengan nilai d_{uv} dan d_{vw} menggambarkan jarak rata-rata antara gerombol u dengan v serta v dengan w

4. Pautan Centroid

Jarak antara dua buah gerombol diukur sebagai jarak *Euclidian* antara kedua rata-rata (*centroid*) gerombol.

$$d_{(uv)w} = \frac{n_u d_{uw} + n_v d_{vw}}{n_u + n_v} - \frac{n_u n_v d_{uv}}{(n_u + n_v)^2} \quad (7)$$

dengan $d_{(uv)w}$ adalah jarak antara gerombol (uv) dan gerombol w, n_u adalah jumlah objek gerombol ke-u dan n_v adalah jumlah objek gerombol ke-v.

5. Pautan Median

Jarak antar gerombol didefinisikan sebagai jarak median antar gerombol, dan gerombol-gerombol dengan jarak terkecil akan digabungkan.

$$d_{(uv)w} = \frac{d_{uw} + d_{vw}}{2} - \frac{d_{uv}}{4} \quad (8)$$

dengan $d_{(uv)w}$ adalah jarak antara gerombol (uv) dan gerombol w, d_{uw} dan d_{vw} adalah jarak median gerombol u dan w, serta gerombol v dan w, dan d_{uv} adalah jarak median gerombol u dan v.

6. Metode Ward

Jarak antar gerombol dievaluasi dengan meminimumkan peningkatan jumlah kuadrat galat pada setiap tahap penggerombolan.

$$d_{(uv)w} = \frac{n_u + n_w}{n_u + n_v + n_w} d_{uw} + \frac{n_v + n_w}{n_u + n_v + n_w} d_{vw} - \frac{n_w}{n_u + n_v + n_w} d_{uv} \quad (9)$$

dengan $d_{(uv)w}$ adalah jarak antara gerombol (uv) dan gerombol w, d_{uw} , d_{vw} , dan d_{uv} adalah jarak antara gerombol u dan w, gerombol v dan w, serta gerombol u dan v, dan n_u , n_v , n_w adalah jumlah objek pada gerombol u, v, dan w.

Hasil dari metode gerombol berhierarki dapat divisualisasikan menggunakan diagram pohon yang dikenal sebagai dendogram (Johnson dan Wichern 2002). Untuk menentukan jumlah gerombol yang terbentuk, dendogram dipotong pada titik di mana jarak penggabungan antar gerombol mengalami peningkatan (lompatan) paling besar.

2.2.2 Metode Tak Berhierarki

Penggerombolan dengan metode tak berhierarki digunakan jika banyaknya gerombol yang akan dibentuk telah ditentukan. Metode tak berhierarki bertujuan untuk mengelompokkan n objek ke dalam M kelompok ($M < n$). Metode tak berhierarki yang umum digunakan adalah k-rataan. Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2011) algoritma k-rataan sebagai berikut:

1. Menentukan banyaknya gerombol (M). Tentukan juga *centroid* di tiap gerombol.
2. Menghitung jarak setiap objek dengan setiap *centroid*. Masukkan tiap objek ke suatu gerombol berdasarkan jarak terdekat dengan *centroid* gerombol yang berpadanan. Jarak biasanya ditentukan dengan jarak Euclidean.
3. Hitung kembali *centroid* untuk gerombol yang baru terbentuk. Ulangi langkah 2 sampai tidak ada lagi pemindahan objek antar gerombol.

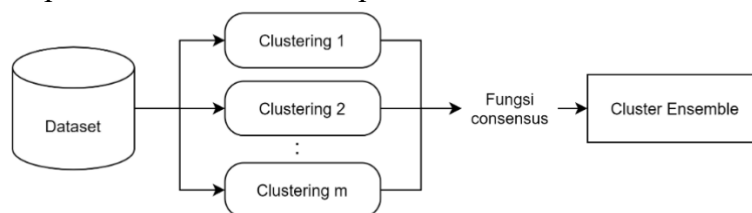
2.3 Cluster Ensemble

Cluster ensemble adalah salah satu metode penggerombolan yang digunakan untuk mengombinasikan berbagai hasil penggerombolan tanpa melihat karakteristik data awal. Fungsi dari mengombinasikan berbagai metode penggerombolan ini adalah untuk meningkatkan kualitas dan kekekaran hasil

gerombol (Strehl & Ghosh 2002). Pada *cluster ensemble*, penggerombolan dilakukan dengan mengombinasikan hasil yang diperoleh dari berbagai metode penggerombolan hingga diperoleh satu penggerombolan akhir. *Cluster ensemble* terdiri dari dua tahap (Iam-on & Garrett 2010), yaitu:

- 1) Melakukan beberapa metode penggerombolan pada data untuk mendapatkan hasil penggerombolan yang berbeda.
- 2) Mengombinasikan seluruh hasil yang diperoleh sehingga didapatkan satu hasil penggerombolan akhir dengan menggunakan fungsi konsensus.

Kedua tahap tersebut diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka metode *cluster ensemble* (Hadist dan Utomo 2021)

Fungsi *consensus* didefinisikan sebagai fungsi yang fungsi yang memetakan sekumpulan solusi gerombol menjadi sebuah solusi gabungan, sehingga dihasilkan satu hasil pengelompokan yang stabil dan kekar. Algoritma *pairwise similarity* merupakan salah satu algoritma fungsi *consensus*. Ide dasar dari algoritma ini adalah menggunakan hubungan kesamaan berpasangan antara semua objek. Untuk suatu data $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, dibangun *cluster ensemble* $\pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_M\}$ dengan menerapkan M metode penggerombolan dasar (*base clustering*) terhadap data X , sehingga diperoleh M hasil penggerombolan yang berbeda. Selanjutnya, matriks kesamaan berukuran $N \times N$ dibangun untuk setiap anggota *ensemble*. Input dalam setiap matriks ini merupakan hubungan antara dua objek pengamatan. Lebih tepatnya, matriks ini merepresentasikan nilai kesamaan antara dua objek $x_i, x_j \in X$. Matriks kesamaan ini dibangun menggunakan algoritma *Link-Based Cluster ensemble* (Iam-on dan Garrett 2010).

2.4 Link-Based Cluster ensemble

Salah satu pendekatan fungsi *consensus* adalah *Link-Based Cluster ensemble* (LCE) yang dikembangkan oleh Iam-On dan Garrett (2010). Metode ini menggunakan prinsip hubungan berpasangan antar objek untuk membangun hasil konsensus. Ide utamanya adalah bahwa dua objek yang sering muncul dalam gerombol yang sama di berbagai hasil dasar memiliki kemungkinan besar untuk berada dalam gerombol yang sama pada hasil akhir.

Tahapan utama dalam algoritma LCE adalah sebagai berikut (Iam-On dan Garrett 2010):

1. Melakukan pelabelan ulang anggota *ensemble* yang dihasilkan dari berbagai metode penggerombolan tunggal. Jika terdapat kesamaan hasil yang terbentuk, hanya satu hasil penggerombolan yang digunakan sebagai anggota *ensemble*.
2. Membangun *Binary Association Matrix* (BM) yang didapatkan dari pelabelan ulang anggota *ensemble*. *Binary Association Matrix* merupakan matriks biner yang digunakan untuk merepresentasikan hubungan keanggotaan antara objek pengamatan dan solusi hasil penggerombolan. Matriks ini berukuran $n \times q$, di mana n menunjukkan baris yang merupakan jumlah objek pengamatan dan q

menunjukkan kolom yang merupakan jumlah label gerombol. Nilai 1 diberikan jika objek termasuk dalam gerombol tersebut, dan 0 menyatakan sebaliknya.

3. Membentuk *Weighted Connected Triple* (WCT), yaitu matriks pembobot yang menggambarkan kekuatan hubungan antarobjek berdasarkan kesamaan label gerombol. Langkah-langkah untuk membentuk matriks WCT sebagai berikut:

- a. Membentuk matriks (**W**) dengan persamaan:

$$w_{ij} = \frac{|X_{Ci} \cap X_{Cj}|}{|X_{Ci} \cup X_{Cj}|} \quad (10)$$

dengan X_{Ci} = himpunan objek pada gerombol ke- i , $i = 1, 2, \dots, k$, X_{Cj} = himpunan objek pada gerombol ke j , $j = 1, 2, \dots, k$, $i \neq j$.

- b. Membentuk matriks WCT dengan persamaan:

$$WCT_{ij}^k = \min(w_{ik}, w_{jk}) \quad (11)$$

$$WCT_{ij} = \sum_{k=1}^q WCT_{ij}^k \quad (12)$$

dengan k adalah indeks label, $k = 1, 2, \dots, q$

4. Menyusun matriks kesamaan CTS

- a. Menghitung nilai kemiripan antargerombol menggunakan matriks *Similarity Weighted Connected Triple* (Sim^{WCT}) dengan persamaan:

$$Sim^{WCT}(i, j) = \frac{WCT_{ij}}{WCT_{max}} \quad (13)$$

dengan WCT_{max} adalah nilai WCT_{ij} tertinggi yang berada pada matriks WCT

- b. Menyusun matriks kesamaan S_m dengan persamaan:

$$S_m(x_i, x_j) = \begin{cases} 1 & \text{jika } C(x_i) = C(x_j) \\ Sim^{WCT}(C(x_i), C(x_j)) \times DC & \text{lainnya} \end{cases} \quad (14)$$

dengan $C(x_i), C(x_j)$ adalah label objek ke- i dan label objek ke- j pada matriks BM. $S_m(x_i, x_j)$ Adalah nilai kesamaan antara objek ke- i dengan objek ke- j . $Sim^{WCT}(C(x_i), C(x_j))$ adalah nilai kesamaan antara hasil gerombol label objek ke- i dengan label objek ke- j . DC adalah tingkat kepercayaan menerima dua objek non-identik sebagai dua objek yang serupa, $DC \in (0,1]$.

- c. Berdasarkan rangkaian persamaan tersebut, matriks kesamaan dapat diperoleh dengan cara:

$$CTS(x_i, x_j) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M S_m(x_i, x_j) \quad (15)$$

dengan M Adalah banyaknya anggota yang terbentuk, $m = 1, 2, \dots, M$

5. Mentransformasi matriks kesamaan CTS menjadi matriks jarak dengan persamaan:

$$d_{ij} = 1 - CTS(x_i, x_j) \quad (16)$$

6. Melakukan penggerombolan ulang dengan metode pautan tunggal, lengkap, atau rata-rata untuk memperoleh hasil penggerombolan akhir.

Metode ini telah diaplikasikan secara luas dalam berbagai penelitian bidang sosial dan pembangunan wilayah di Indonesia. Nuraidah (2014) menggunakan metode ini untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan indikator pendidikan SMA/SMK/MA tahun 2012/2013. Ristiyanti (2017) menerapkannya untuk penggerombolan provinsi di Indonesia berdasarkan indikator pelayanan kesehatan ibu hamil tahun 2015, sedangkan Yusfar *et al.* (2021) memanfaatkannya untuk pengelompokan kabupaten/kota di Sulawesi Selatan berdasarkan indikator kinerja pembangunan ekonomi daerah tahun 2018. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode LCE mampu menghasilkan pembentukan kelompok yang konsisten, informatif, dan lebih tahan terhadap variasi data dibandingkan metode penggerombolan tunggal.

2.5 Evaluasi Hasil Penggerombolan

Kualitas struktur data dari gerombol yang terbentuk dapat dinilai menggunakan berbagai jenis ukuran validitas (Iam-on dan Garrett 2010). Kategori evaluasi yang akan digunakan yaitu *Davies-Bouldin Index* (DBI).

1. *Davies-Bouldin Index* (DBI)

Davies-Bouldin Index (DBI) merupakan salah satu ukuran validitas internal yang mengevaluasi kualitas hasil penggerombolan berdasarkan dua kriteria, yaitu kohesi dan separasi (Davies dan Bouldin 1979). Kohesi menunjukkan tingkat kedekatan objek-objek di dalam gerombol yang sama dan diukur menggunakan rata-rata jarak setiap objek terhadap pusat gerombolnya (S_i). Semakin kecil nilai S_i , semakin homogen gerombol yang terbentuk. Nilai kohesi dihitung dengan rumus berikut:

$$S_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x \in C_i} d(x, v_i) \quad (17)$$

dengan $|C_i|$ adalah jumlah data yang termasuk ke dalam gerombol ke- i . v_i adalah nilai rata-rata (*centroid*) pada gerombol ke- i , dan $d(x, v_i)$ adalah jarak objek x terhadap *centroid* v_i .

Sementara itu, separasi menunjukkan tingkat keterpisahan antargerombol yang diukur berdasarkan jarak antar pusat gerombol (d_{ij}). Semakin besar nilai d_{ij} , semakin baik pemisahan antargerombol. Nilai separasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$d_{ij} = d(v_i, v_j) \quad (18)$$

dengan $d_{ij} = d(v_i, v_j)$, v_i = nilai rata-rata (*centroid*) pada gerombol v_i , v_j = nilai rata-rata (*centroid*) pada gerombol v_j .

Berdasarkan nilai kohesi dan separasi tersebut, rasio antargerombol dihitung dengan rumus:

$$R_{ij} = \frac{S_i + S_j}{d_{ij}} \quad (19)$$

dengan $R_i = \max_{j=1, \dots, k, i \neq j} R_{ij}$

Nilai DBI kemudian diperoleh dari rata-rata R_i untuk seluruh gerombol, dengan rumus berikut:

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i \quad (20)$$

dengan k = jumlah gerombol. Gerombol yang baik memiliki kohesi kecil dan separasi besar, sehingga nilai DBI menjadi kecil. Semakin kecil nilai DBI, maka hasil penggerombolan semakin baik (Iam-on dan Garrett 2010).



III METODE

3.1 Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder tentang kondisi pembangunan manusia berbasis gender di Jawa Barat tahun 2024. Data diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2025, yaitu Indeks Pembangunan Gender Provinsi Jawa Barat 2024 (BPS 2025a), Provinsi Jawa Barat Dalam Angka 2024 (BPS 2025b), Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Barat 2024 (BPS 2025c), dan Keadaan Angkatan Kerja di Provinsi Jawa Barat 2024 (BPS 2025d). Unit observasi pada penelitian ini adalah 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Peubah yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Peubah yang Digunakan

Kode	Peubah	Kategori
X1	Rasio persentase penduduk perempuan terhadap laki-laki yang mengalami keluhan Kesehatan	Kesehatan
X2	Rasio persentase penduduk perempuan terhadap laki-laki yang memiliki jaminan kesehatan untuk rawat inap	Kesehatan
X3	Rasio rata-rata lama sekolah penduduk perempuan terhadap laki-laki	Pendidikan
X4	Rasio persentase penduduk perempuan terhadap laki-laki berusia ≥ 25 tahun dengan pendidikan menengah ke atas	Pendidikan
X5	Rasio sumbangan pendapatan penduduk perempuan terhadap laki-laki	Ekonomi
X6	Rasio pengeluaran per kapita penduduk perempuan terhadap laki-laki	Ekonomi
X7	Rasio tingkat partisipasi angkatan kerja penduduk perempuan terhadap laki-laki	Ketenagakerjaan
X8	Rasio tenaga profesional penduduk perempuan terhadap laki-laki	Ketenagakerjaan

3.2 Prosedur Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak R Studio, dengan bahasa pemrograman R versi 4.3.0, dengan banuan paket “*readxl*”, “*corrplot*”, “*diceR*” “*cluster*”, “*stats*”, “*factoextra*”, “*sf*”, “*ggplot2*”, “*raster*”, dan “*scales*”. Tahapan analisis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan eksplorasi data menggunakan statistik deskriptif yang meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata, simpangan baku, dan koefisien keragaman untuk mengetahui karakteristik masing-masing indikator disparitas gender serta mengidentifikasi peubah yang memiliki keragaman tertinggi dan terendah antar kabupaten/kota di Jawa Barat.
2. Melakukan pemeriksaan korelasi antar peubah. Jika terdapat korelasi yang kuat pada data ($|r| > 0,70$) (Dormann *et al.* 2013), maka dilakukan analisis

komponen utama untuk mereduksi peubah yang saling berkorelasi sebelum tahap penggerombolan.

3. Membangun anggota *ensemble* dengan cara menggerombolkan objek menggunakan metode berhierarki pautan tunggal, pautan lengkap, pautan median, pautan rata-rata, pautan *centroid*, dan Ward, serta metode tak berhierarki k-rataan. Jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarak Euclidean. Banyak gerombol (k) yang dicobakan adalah 2, 3, 4, dan 5.
4. Mengevaluasi setiap partisi dasar menggunakan Indeks Davies–Bouldin serta memeriksa keberadaan gerombol *singleton* dan distribusi jumlah anggota antargerombol. Partisi yang mengandung *singleton* tidak digunakan sebagai anggota *ensemble* karena tidak dapat menggambarkan pola bersama antarkabupaten/kota. Partisi tanpa *singleton* yang mempunyai struktur keanggotaan identik dihitung sebagai satu partisi agar informasi yang sama tidak digunakan secara berulang.
5. Melakukan analisis *cluster ensemble*. Tahapan dalam analisis ini adalah sebagai berikut:
 1. Mendaftarkan seluruh hasil penggerombolan tunggal dalam bentuk tabulasi anggota ensemble.
 2. Membentuk *Binary Association Matrix* (BM) dari setiap anggota *ensemble* terpilih.
 3. Menghitung bobot antargerombol melalui ukuran keterkaitan langsung dan keterkaitan tidak langsung menggunakan *Weighted Connected Triple*, kemudian membentuk matriks kemiripan SimWCT dengan parameter $DC = 0,5$.
 4. Menghitung matriks kesamaan, kemudian mentransformasikan matriks kesamaan menjadi matriks jarak.
 5. Melakukan penggerombolan konsensus menggunakan matriks jarak yang telah dihasilkan, dengan metode pautan tunggal, pautan lengkap, dan pautan rata-rata. Ketiga metode tersebut masing-masing dicobakan pada jumlah gerombol (k) 2, 3, 4, dan 5, mengikuti rentang k yang sama dengan tahap penggerombolan tunggal, untuk memperoleh berbagai alternatif solusi konsensus.
6. Mengevaluasi setiap solusi penggerombolan konsensus menggunakan Indeks Davies–Bouldin serta memeriksa keberadaan *singleton* dan kesamaan struktur keanggotaan yang dihasilkan oleh ketiga fungsi konsensus. Solusi *cluster ensemble* terbaik ditentukan berdasarkan nilai DBI yang rendah, tidak terbentuknya gerombol *singleton*, dan konsistensi keanggotaan pada fungsi konsensus yang digunakan.
7. Membandingkan solusi *cluster ensemble* terbaik dengan solusi terbaik tanpa *singleton* dari metode penggerombolan tunggal. Perbandingan dilakukan berdasarkan nilai DBI untuk mengetahui kualitas penggerombolan yang dihasilkan oleh masing-masing pendekatan.
8. Mendeskripsikan karakteristik solusi gerombol akhir berdasarkan rata-rata dan simpangan baku setiap peubah pada masing-masing gerombol. Rataan gerombol dibandingkan dengan rata-rata Jawa Barat, nilai kesetaraan satu, dan gerombol lainnya untuk menentukan peubah penciri. Simpangan baku

digunakan untuk menggambarkan keragaman karakteristik kabupaten/kota dalam gerombol. Setiap gerombol selanjutnya diberi label berdasarkan peubah yang menjadi penciri utamanya.

9. Membandingkan rata-rata dan simpangan baku IPG tahun 2024 antargerombol untuk melihat kesesuaian antara karakteristik gerombol berdasarkan delapan indikator disparitas pembangunan gender dan capaian pembangunan gender secara umum. IPG digunakan sebagai indikator pembandingan dan tidak digunakan sebagai peubah pembentuk gerombol.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



perempuan, sedangkan X1 (keluhan kesehatan) juga di atas 1 karena perempuan lebih banyak mengalami keluhan kesehatan dibandingkan laki-laki. Secara keseluruhan, disparitas gender di Jawa Barat tahun 2024 paling menonjol pada aspek ekonomi dan ketenagakerjaan, sementara kesehatan dan pendidikan relatif lebih kecil kesenjangan.

Koefisien keragaman tiap peubah turut menentukan perannya dalam penggerombolan. Peubah dengan keragaman tinggi berpotensi menjadi pembeda utama karena jarak antarobjek lebih dipengaruhi oleh sebaran nilainya, sedangkan peubah dengan keragaman rendah berkontribusi lebih kecil meski tetap dipertahankan agar gambaran disparitas gender tetap lengkap. Pada Tabel 2, X8 dan X7 memiliki koefisien keragaman tertinggi: kondisi ekonomi perempuan paling beragam antarwilayah dan diperkirakan paling berkontribusi membentuk struktur gerombol. Sebaliknya, X2 memiliki koefisien keragaman terendah karena cakupan jaminan kesehatan relatif seragam, sehingga kontribusinya dalam pemisahan gerombol lebih kecil. Perbedaan tingkat keragaman ini menunjukkan potensi disparitas gender yang tidak merata antarindikator, sehingga analisis gerombol tetap diperlukan untuk melihat pola pengelompokan wilayah berdasarkan kombinasi seluruh peubah, bukan hanya peubah dengan keragaman tertinggi.

4.2 Pemeriksaan Korelasi Antar Peubah

Pemeriksaan korelasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linear yang kuat antar peubah indikator disparitas pembangunan gender. Gambar 2 menunjukkan nilai korelasi antar seluruh peubah X1 sampai X8. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak terdapat satu pun pasangan peubah yang memiliki korelasi kuat ($|r| > 0,70$) (Dormann *et al.* 2013). Korelasi tertinggi ditemukan antara X4 dan X6 dengan nilai $r = 0,68$, yang terjadi karena tingkat pendidikan perempuan yang lebih tinggi cenderung berkaitan dengan kemampuan ekonomi yang lebih baik. Korelasi tertinggi kedua ditemukan antara X3 dan X4 dengan nilai $r = 0,65$, yang mencerminkan keterkaitan antara dua dimensi pendidikan, yaitu rata-rata lama sekolah dan proporsi penduduk berpendidikan menengah ke atas. Dengan tidak ditemukannya korelasi kuat ($|r| > 0,70$) antar peubah, maka analisis komponen utama tidak diperlukan dan analisis gerombol dapat langsung dilakukan menggunakan kedelapan peubah asli secara keseluruhan.

X1	1.00							
X2	0.16	1.00						
X3	-0.14	-0.21	1.00					
X4	-0.12	-0.49	0.65	1.00				
X5	-0.06	-0.22	0.49	0.37	1.00			
X6	-0.01	-0.39	0.48	0.68	0.25	1.00		
X7	-0.25	0.06	0.50	0.16	0.60	0.12	1.00	
X8	-0.27	-0.16	0.22	0.15	0.17	-0.23	0.31	1.00
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8

Gambar 2 Matriks korelasi antar peubah indikator disparitas pembangunan gender

4.3 Penggerombolan Metode Tunggal

Penggerombolan awal dilakukan menggunakan metode pautan tunggal, pautan lengkap, pautan rata-rata, pautan median, pautan *centroid*, metode Ward, dan k-rataan. Setiap metode dicobakan pada jumlah gerombol $k = \{2, 3, 4, 5\}$ untuk memperoleh berbagai alternatif struktur penggerombolan. Pemilihan rentang jumlah gerombol 2 sampai 5 didasarkan pada beberapa pertimbangan. Menurut Hair *et al.* (2019), jumlah gerombol yang terlalu banyak berisiko menghasilkan gerombol yang terlalu kecil sehingga kurang informatif secara analisis. Pada penelitian ini, dengan hanya 27 objek amatan (kabupaten/kota), risiko tersebut menjadi lebih nyata apabila jumlah gerombol ditetapkan lebih dari lima ($K > 5$), karena rata-rata jumlah anggota per gerombol menjadi terlalu sedikit untuk memberikan interpretasi yang bermakna. Penelitian terdahulu dengan konteks serupa, seperti Nuraidah (2014), Ristiyanti (2017), dan Yusfar *et al.* (2021), menggunakan rentang yang sama dan terbukti menghasilkan struktur gerombol yang bermakna.

Hasil penggerombolan menunjukkan setiap metode menghasilkan struktur dan ukuran gerombol yang berbeda, yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Kualitas setiap partisi dievaluasi menggunakan Indeks Davies–Bouldin (DBI), dimana yang lebih kecil menunjukkan bahwa objek dalam gerombol cenderung lebih homogen dan pemisahan antargerombol relatif lebih baik. Namun, partisi yang digunakan sebagai anggota *ensemble* tidak hanya dipilih berdasarkan nilai DBI, tetapi juga mempertimbangkan keberadaan gerombol *singleton* dan distribusi jumlah anggota antargerombol. Hasil evaluasi metode penggerombolan tunggal disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Evaluasi penggerombolan metode tunggal

Metode	DBI				Gerombol tanpa <i>singleton</i>
	2	3	4	5	
Pautan tunggal	0.6704	0.9861	0.8648	0.8545	Tidak ada
Pautan lengkap	1.5979	1.3241	1.1260	1.0425	2, 3, 4, dan 5
Pautan median	1.0950	0.9026	0.8080	0.8682	2
Pautan rata-rata	1.3358	0.9026	0.9446	0.8602	2
Pautan centroid	0.6693	0.6534	0.8080	0.8682	Tidak ada
Ward	1.5670	1.1056	1.1095	1.0241	2, 3, 4, dan 5
K-rataan	1.4352	1.1056	1.1206	1.0241	2, 3, 4, dan 5

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai DBI yang rendah tidak selalu disertai struktur gerombol yang dapat digunakan sebagai anggota *ensemble*. Gerombol *singleton* tidak selalu menunjukkan kesalahan dalam proses penggerombolan karena dapat mengindikasikan adanya wilayah dengan karakteristik yang berbeda dari wilayah lainnya. Namun, keberadaan *singleton* kurang sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu membentuk kelompok kabupaten/kota berdasarkan kesamaan pola disparitas pembangunan manusia berbasis gender. Gerombol yang hanya terdiri atas satu wilayah tidak dapat menggambarkan pola bersama antarkabupaten/kota sehingga kurang informatif dalam pembentukan tipologi wilayah. Selain itu, keragaman dalam gerombol tersebut tidak dapat dinilai secara

memadai karena hanya memiliki satu anggota. Oleh karena itu, partisi yang mengandung *singleton* tidak digunakan sebagai anggota *ensemble*.

Metode pautan tunggal menghasilkan gerombol *singleton* pada seluruh jumlah gerombol yang dicobakan. Struktur keanggotaan pada Lampiran 1 memperlihatkan bahwa sebagian besar kabupaten/kota tergabung dalam satu gerombol besar, sedangkan beberapa wilayah terpisah sebagai gerombol yang hanya beranggotakan satu objek. Pola tersebut berkaitan dengan prinsip pautan tunggal yang menggunakan jarak minimum antaranggota sebagai dasar penggabungan. Dua gerombol dapat digabungkan ketika terdapat sepasang objek yang berdekatan tanpa mempertimbangkan jarak anggota lainnya. Mekanisme tersebut dapat menimbulkan efek rantai atau *chaining effect*, yaitu objek bergabung secara bertahap berdasarkan kedekatannya dengan salah satu objek sehingga terbentuk satu gerombol besar, sementara objek yang relatif berbeda tetap terpisah.

Metode pautan *centroid* juga menghasilkan gerombol *singleton* pada seluruh jumlah gerombol yang dicobakan. Meskipun metode tersebut menghasilkan beberapa nilai DBI yang relatif rendah, struktur gerombolnya didominasi oleh satu gerombol besar dan beberapa gerombol beranggotakan satu wilayah. Dengan demikian, partisi dari metode pautan tunggal dan pautan *centroid* tidak digunakan sebagai anggota *ensemble* karena tidak menghasilkan satu pun partisi tanpa *singleton*. Metode pautan median dan pautan rata-rata menghasilkan partisi tanpa *singleton* pada dua gerombol, tetapi mulai membentuk gerombol beranggotakan satu objek ketika jumlah gerombol ditambah menjadi tiga sampai lima. Nilai DBI terendah dari kedua metode tersebut justru diperoleh pada solusi yang masih mengandung *singleton*. Oleh karena itu, partisi yang digunakan sebagai anggota *ensemble* bukan partisi dengan nilai DBI terendah, melainkan partisi pada dua gerombol yang tidak mengandung *singleton*.

Berbeda dengan metode tersebut, pautan lengkap, Ward, dan k-rataan tidak menghasilkan *singleton* pada seluruh jumlah gerombol yang dicobakan. Ketiga metode tersebut membentuk gerombol yang seluruhnya terdiri atas lebih dari satu kabupaten/kota sehingga lebih sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu memperoleh kelompok wilayah yang memiliki karakteristik bersama. Metode Ward dan k-rataan menghasilkan nilai DBI terendah yang sama pada lima gerombol, yaitu 1,0241. Kedua metode tersebut juga menghasilkan struktur keanggotaan yang identik pada tiga dan lima gerombol. Nilai DBI yang rendah pada partisi dengan *singleton* perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Gerombol yang hanya terdiri atas satu objek mempunyai keragaman dalam gerombol sebesar nol. Kondisi tersebut dapat memperkecil komponen kohesi dalam penghitungan DBI dan menghasilkan nilai indeks yang rendah, meskipun pembagian anggota gerombol tidak seimbang. Dengan demikian, seleksi partisi dasar dilakukan dengan mempertimbangkan nilai DBI, keberadaan *singleton*, dan ukuran anggota gerombol secara bersamaan.

4.4 Penggerombolan *Cluster ensemble*

Penggerombolan *cluster ensemble* diawali dengan pemilihan hasil penggerombolan yang akan digunakan sebagai anggota *ensemble*. Hasil penggerombolan yang menghasilkan gerombol *singleton* tidak digunakan karena kurang mampu merepresentasikan struktur data secara menyeluruh. Berdasarkan hasil seleksi, diperoleh 14 partisi yang tidak menghasilkan gerombol *singleton*. Partisi tersebut berasal dari metode pautan lengkap pada dua, tiga, empat, dan lima

gerombol; pautan rata-rata pada dua gerombol; pautan median pada dua gerombol, Ward pada dua, tiga, empat, dan lima gerombol; serta k-rataan pada dua, tiga, empat, dan lima gerombol. Keanggotaan k-rataan pada tiga gerombol identik dengan Ward pada tiga gerombol, sedangkan keanggotaan k-rataan pada lima gerombol identik dengan Ward pada lima gerombol. Dalam pembentukan *Binary Association Matrix*, partisi yang identik dihitung satu kali agar satu struktur tidak memperoleh bobot berulang. Setelah penghapusan duplikasi, diperoleh 12 partisi unik *ensemble*. Tabulasi anggota *ensemble* dapat dilihat pada Lampiran 2.

Seluruh partisi tersebut selanjutnya diproses menggunakan *algoritma Link-Based Cluster ensemble* (LCE). Tahap pertama adalah pembentukan *Binary Association Matrix* (BM) untuk setiap partisi yang menggambarkan hubungan keanggotaan gerombol setiap objek dalam bentuk matriks biner. Hasil matriks BM dapat dilihat pada Lampiran 3. Matriks bobot kemudian dihitung menggunakan koefisien Jaccard sebagai ukuran kesamaan antara kolom-kolom BM. Selanjutnya dihitung matriks *Weight Connected Triple* (WCT), *Similarity Weight Connected Triple* (SimWCT), dan *Connected Triple Based Similarity* (CTS) dengan parameter kepercayaan $DC = 0,5$. Nilai CTS yang mendekati 1 menunjukkan bahwa dua kabupaten/kota cenderung berada pada gerombol yang sama di sebagian besar anggota *ensemble*, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan sebaliknya. Hasil matriks kesamaan CTS dapat dilihat pada Lampiran 5. Matriks CTS kemudian ditransformasikan menjadi matriks jarak menggunakan persamaan (16) yang digunakan sebagai dasar penggerombolan konsensus. Hasil matriks jarak dapat dilihat pada Lampiran 6. Matriks jarak yang telah terbentuk digerombolkan menggunakan tiga metode, yaitu pautan tunggal (PT), pautan lengkap (PL), dan pautan rata-rata (PR), pada jumlah gerombol dua sampai lima untuk mendapat hasil gerombol konsensus. Pemilihan ketiga metode tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan Iam-on dan Garrett (2010) yang menggunakan metode serupa.

4.5 Evaluasi Hasil Pengerombolan

Evaluasi hasil penggerombolan konsensus dilakukan menggunakan Indeks Davies–Bouldin (DBI). Nilai DBI yang lebih kecil menunjukkan kualitas penggerombolan yang lebih baik. Hasil evaluasi disajikan pada Tabel 4. Ketiga fungsi konsensus mencapai nilai DBI terkecil pada lima gerombol. Pada jumlah tersebut, pautan tunggal, pautan lengkap, dan pautan rata-rata juga menghasilkan keanggotaan yang sama dan tidak membentuk *singleton*. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa struktur akhir tidak berubah ketika aturan pautan konsensus diganti. Oleh karena itu, lima gerombol dipilih berdasarkan nilai DBI, ketiadaan *singleton*, dan konsistensi keanggotaan pada ketiga fungsi konsensus.

Tabel 4 Nilai evaluasi hasil penggerombolan konsensus

Metode	DBI			
	2	3	4	5
Pautan tunggal	1,0950	1,3594	1,1260	1,0241
Pautan lengkap	1,0950	1,1056	1,1095	1,0241
Pautan rata-rata	1,5670	1,1056	1,1095	1,0241

Selanjutnya dilakukan perbandingan nilai DBI antara solusi *cluster ensemble* terbaik dengan metode penggerombolan tunggal. Hasil perbandingan disajikan

pada Tabel 5, yang menunjukkan bahwa solusi *cluster ensemble* memiliki nilai DBI yang lebih kecil daripada pautan lengkap, pautan median, dan pautan rata-rata. Pada pautan median dan pautan rata-rata, solusi yang dibandingkan adalah dua gerombol karena hanya solusi tersebut yang tidak menghasilkan *singleton*. Dengan demikian, perbandingan dilakukan pada struktur yang sama-sama dapat menggambarkan kelompok wilayah, bukan pada solusi dengan nilai DB rendah yang terbentuk karena pemisahan satu wilayah.

Tabel 5 Perbandingan nilai DBI antara *cluster ensemble* dan metode penggerombolan tunggal

Metode	Jumlah Gerombol	DBI
Pautan lengkap	5	1,0425
Pautan median	2	1,0950
Pautan rata-rata	2	1,3358
Ward	5	1,0241
K-rataan	5	1,0241
<i>Cluster ensemble</i>	5	1,0241

Nilai DBI *cluster ensemble* pada lima gerombol sama dengan metode Ward dan k-rataan karena ketiganya menghasilkan struktur keanggotaan yang sama setelah label gerombol diseragamkan. Nilai tersebut juga merupakan yang terkecil di antara solusi tanpa *singleton* yang dibandingkan. Kesamaan struktur ini kemungkinan terjadi karena Ward dan k-rataan menghasilkan partisi yang sama, sehingga setelah penghapusan duplikat, struktur tersebut tetap masuk sebagai salah satu penyusun *ensemble*. Partisi penyusun lainnya hanya berbeda pada sebagian anggota, sehingga proses konsensus tetap menghasilkan struktur lima gerombol yang sama. Dengan demikian, *cluster ensemble* memiliki kualitas penggerombolan yang setara dengan metode Ward dan k-rataan, sehingga struktur lima gerombol tersebut digunakan sebagai hasil penggerombolan akhir.

4.6 Deskripsi Hasil Gerombol

Hasil akhir dari *cluster ensemble* membagi 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat ke dalam lima gerombol yang dapat dilihat pada Tabel 6. Gerombol yang telah terbentuk dideskripsikan berdasarkan karakteristik masing-masing, menggunakan rata-rata dan simpangan baku setiap peubah sebagaimana disajikan pada Tabel 7. Rataan digunakan untuk menggambarkan capaian perempuan terhadap laki-laki pada setiap gerombol, sedangkan simpangan baku digunakan untuk melihat keragaman kondisi wilayah anggotanya. Pemberian label gerombol didasarkan pada pola capaian setiap sektor terhadap kondisi kesetaraan. Apabila dua peubah dalam satu sektor menunjukkan pola yang berbeda, karakteristik sektor dijelaskan secara khusus pada indikator yang paling jauh dari nilai satu. Interpretasi nilai rasio disesuaikan dengan arah masing-masing sektor. Pada sektor pendidikan, ekonomi, dan ketenagakerjaan, nilai rasio yang mendekati satu berarti capaian perempuan semakin mendekati capaian laki-laki, sementara nilai yang jauh di bawah satu berarti capaian perempuan pada sektor tersebut masih tertinggal. Arah interpretasi pada sektor kesehatan perlu diperhatikan secara khusus, karena salah satu indikatornya mengukur rasio keluhan kesehatan. Nilai yang mendekati satu berarti tingkat keluhan kesehatan perempuan dan laki-laki relatif setara, sedangkan

nilai yang semakin besar dari satu justru menandakan keluhan kesehatan perempuan semakin tinggi.

Tabel 6 Hasil penggerombolan *cluster ensemble*

Gerombol	Anggota Gerombol	Jumlah
1	Kab. Bogor, Kab. Sukabumi, Kab. Cianjur, Kab. Indramayu, Kab. Purwakarta, Kab. Bekasi, dan Kota Bogor	7
2	Kab. Bandung, Kab. Sumedang, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Depok, Kota Cimahi, dan Kota Tasikmalaya	7
3	Kab. Garut, Kab. Tasikmalaya, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Bandung Barat, dan Kota Banjar	7
4	Kab. Ciamis dan Kab. Pangandaran	2
5	Kab. Subang, Kab. Karawang, Kota Sukabumi, dan Kota Bandung	4

Gerombol pertama dicirikan oleh ketertinggalan capaian perempuan pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan. Pada sektor pendidikan, ketertinggalan terutama terlihat pada capaian pendidikan menengah ke atas, sedangkan rata-rata lama sekolah relatif mendekati capaian laki-laki. Berdasarkan BPS (2025a), jenjang pendidikan yang paling umum di antara perempuan bekerja pada kabupaten/kota anggota gerombol ini adalah sekolah dasar ke bawah. Selain itu, masih terdapat perempuan yang berstatus sebagai pekerja keluarga atau pekerja tidak dibayar. Jika dilihat dari keragaman anggotanya, ketertinggalan pada sektor ekonomi dan partisipasi angkatan kerja cenderung seragam, sedangkan capaian pendidikan menengah ke atas dan keterwakilan tenaga profesional lebih beragam antarwilayah.

Gerombol kedua dicirikan oleh sektor pendidikan yang relatif mendekati kesetaraan. Capaian rata-rata lama sekolah dan pendidikan menengah ke atas perempuan relatif mendekati capaian laki-laki, meskipun belum sepenuhnya setara. Pada sektor ekonomi, sumbangan pendapatan dan pengeluaran per kapita perempuan masih lebih rendah, sedangkan pada sektor ketenagakerjaan ketertinggalan terutama terlihat pada partisipasi angkatan kerja. Berdasarkan BPS (2025a), perempuan bekerja di wilayah anggota gerombol ini cukup banyak yang berpendidikan diploma atau perguruan tinggi dan berstatus sebagai buruh, karyawan, atau pegawai. Kondisi pendidikan dan partisipasi angkatan kerja relatif seragam antarwilayah anggota, sedangkan keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional lebih beragam.

Gerombol ketiga dicirikan oleh ketertinggalan perempuan pada sektor ekonomi. Sumbangan pendapatan dan pengeluaran per kapita perempuan masih belum sebanding dengan laki-laki. Pada sektor pendidikan, rata-rata lama sekolah relatif mendekati kesetaraan, tetapi kondisi tersebut belum diikuti oleh capaian pendidikan menengah ke atas. Sektor ketenagakerjaan juga menunjukkan pola yang berbeda karena partisipasi angkatan kerja perempuan masih lebih rendah, sedangkan keterwakilan tenaga profesional relatif mendekati capaian laki-laki. Menurut BPS (2025b), perempuan bekerja di wilayah anggota gerombol ini masih banyak yang berpendidikan sekolah dasar ke bawah dan berstatus sebagai pekerja keluarga atau pekerja tidak dibayar. Sumbangan pendapatan dan partisipasi

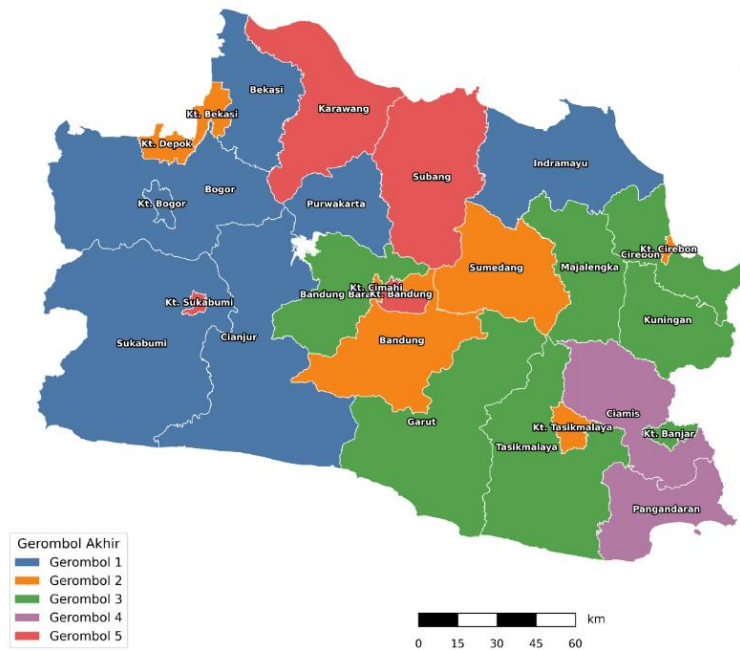
angkatan kerja relatif seragam antarwilayah anggota, sedangkan keluhan kesehatan, pendidikan menengah ke atas, dan pengeluaran per kapita menunjukkan kondisi yang lebih beragam.

Tabel 7 Nilai rata-rata dan simpangan baku peubah setiap gerombol

Gerombol		Kesehatan		Pendidikan		Ekonomi		Ketenagakerjaan	
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	Rataan	1.144	1.053	0.902	0.751	0.343	0.495	0.572	0.780
	St.Dev	0.056	0.013	0.032	0.081	0.060	0.051	0.046	0.084
2	Rataan	1.107	1.045	0.956	0.898	0.483	0.655	0.630	0.886
	St.Dev	0.044	0.003	0.008	0.022	0.042	0.053	0.026	0.095
3	Rataan	1.207	1.051	0.923	0.760	0.427	0.412	0.622	0.939
	St.Dev	0.078	0.008	0.024	0.070	0.053	0.064	0.032	0.054
4	Rataan	1.117	1.047	0.943	0.813	0.616	0.503	0.723	0.921
	St.Dev	0.002	0.008	0.009	0.006	0.038	0.077	0.048	0.025
5	Rataan	1.367	1.052	0.918	0.840	0.449	0.635	0.587	0.725
	St.Dev	0.050	0.005	0.030	0.056	0.077	0.056	0.052	0.031
Jawa Barat	Rataan	1.182	1.050	0.927	0.810	0.437	0.536	0.613	0.851
	St.Dev	0.102	0.009	0.031	0.083	0.090	0.113	0.054	0.105

Gerombol keempat dicirikan oleh sektor ketenagakerjaan yang relatif mendekati kesetaraan. Keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional relatif sebanding dengan laki-laki, meskipun partisipasi angkatan kerja perempuan masih lebih rendah. Pada sektor ekonomi, sumbangan pendapatan perempuan relatif mendekati capaian laki-laki, tetapi pengeluaran per kapita masih tertinggal. Berdasarkan BPS (2025b), perempuan bekerja di wilayah anggota gerombol ini banyak terdapat pada sektor pertanian dan masih terdapat yang berstatus sebagai pekerja keluarga atau pekerja tidak dibayar. Kondisi kesehatan, pendidikan, dan keterwakilan tenaga profesional hampir seragam pada kedua wilayah anggota, sedangkan pengeluaran per kapita lebih beragam. Penafsiran karakteristik tersebut perlu dilakukan secara hati-hati karena gerombol ini hanya terdiri atas dua kabupaten.

Gerombol kelima dicirikan oleh kondisi yang kurang menguntungkan perempuan pada sektor kesehatan dan ketertinggalan pada sektor ketenagakerjaan. Pada sektor kesehatan, perempuan lebih banyak mengalami keluhan kesehatan daripada laki-laki, meskipun cakupan jaminan kesehatannya lebih tinggi. Pada sektor ketenagakerjaan, partisipasi angkatan kerja dan keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional masih lebih rendah daripada laki-laki. Capaian perempuan pada sektor ekonomi juga belum setara, sedangkan pada sektor pendidikan ketertinggalan terutama terlihat pada pendidikan menengah ke atas. Berdasarkan BPS (2025b), perempuan bekerja di wilayah anggota gerombol ini banyak terdapat pada sektor jasa dan berstatus sebagai buruh, karyawan, atau pegawai. Keluhan kesehatan dan keterwakilan tenaga profesional relatif seragam antarwilayah anggota, sedangkan sumbangan pendapatan perempuan lebih beragam. Gambaran yang lebih jelas mengenai hasil gerombol akhir yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Peta tematik hasil penggerombolan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan kondisi disparitas pembangunan manusia berbasis gender

Secara keseluruhan, ketertinggalan perempuan di Jawa Barat terutama terdapat pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan. Sumbangan pendapatan, pengeluaran per kapita, partisipasi angkatan kerja, dan keterwakilan tenaga profesional perempuan masih lebih rendah daripada laki-laki. Pada sektor pendidikan, rata-rata lama sekolah perempuan relatif mendekati capaian laki-laki, tetapi capaian pendidikan menengah ke atas masih tertinggal. Sektor kesehatan menunjukkan dua kondisi yang berbeda, yaitu cakupan jaminan kesehatan perempuan yang lebih tinggi dan keluhan kesehatan perempuan yang juga lebih banyak. Kondisi jaminan kesehatan dan rata-rata lama sekolah relatif seragam antarkabupaten/kota, sedangkan pengeluaran per kapita, keterwakilan tenaga profesional, keluhan kesehatan, dan capaian pendidikan menengah ke atas lebih beragam.

Berdasarkan keseluruhan karakteristik gerombol, Gerombol 1 dapat ditetapkan sebagai gerombol prioritas. Penetapan tersebut didasarkan pada ketertinggalan perempuan yang terjadi secara bersamaan pada seluruh indikator sektor ekonomi dan ketenagakerjaan, disertai ketertinggalan pada capaian pendidikan menengah ke atas. Kondisi ekonomi dan partisipasi angkatan kerja yang relatif seragam juga menunjukkan bahwa permasalahan tersebut tidak hanya terkonsentrasi pada satu wilayah anggota. Dengan demikian, perhatian pada Gerombol 1 dapat diarahkan pada keberlanjutan pendidikan perempuan hingga jenjang menengah ke atas, peningkatan partisipasi dalam angkatan kerja, serta perluasan akses terhadap pekerjaan yang memberikan pendapatan secara langsung. Penetapan ini menggambarkan kondisi gerombol secara umum dan tidak berarti bahwa setiap kabupaten/kota anggotanya memiliki kondisi terburuk pada seluruh indikator.

4.7 Kesesuaian Hasil Penggerombolan dengan IPG

Untuk mengevaluasi kesesuaian hasil penggerombolan, dilakukan perbandingan menggunakan nilai Indeks Pembangunan Gender (IPG) kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2024. IPG digunakan sebagai indikator pembandingan untuk melihat kesesuaian antara karakteristik gerombol dan capaian pembangunan gender kabupaten/kota di Jawa Barat. IPG tidak digunakan sebagai peubah dalam proses penggerombolan karena gerombol dibentuk berdasarkan delapan rasio capaian perempuan terhadap laki-laki pada aspek kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, dan ekonomi. Pembandingan dilakukan menggunakan rata-rata dan simpangan baku IPG tahun 2024 pada setiap gerombol sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai rata-rata dan simpangan baku IPG pada setiap gerombol

Gerombol	Banyak Anggota	Rataan IPG	Simpangan Baku
1	7	88,77	1,95
2	7	93,92	1,42
3	7	85,60	2,61
4	2	88,93	2,05
5	4	92,56	1,65

Gerombol 2 memiliki rata-rata IPG tertinggi. Kondisi tersebut sejalan dengan karakteristik gerombol yang menunjukkan bahwa capaian perempuan pada sektor pendidikan relatif mendekati capaian laki-laki. Pengeluaran per kapita dan keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional juga relatif lebih mendekati kesetaraan, meskipun sumbangan pendapatan dan partisipasi angkatan kerja perempuan masih lebih rendah. Simpangan baku IPG yang paling kecil menunjukkan bahwa capaian pembangunan gender kabupaten/kota dalam gerombol ini relatif seragam. Sebaliknya, gerombol ketiga memiliki rata-rata IPG terendah. Hasil ini sesuai dengan ketertinggalan perempuan pada sektor ekonomi serta pada capaian pendidikan menengah ke atas. Meskipun keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional relatif mendekati capaian laki-laki, kondisi tersebut belum cukup menggambarkan kesetaraan pada sektor lainnya. Gerombol ini juga memiliki simpangan baku IPG tertinggi, yang menunjukkan bahwa tingkat capaian pembangunan gender antarwilayah anggotanya lebih beragam.

Gerombol pertama dan gerombol keempat memiliki rata-rata IPG yang hampir sama, tetapi keduanya mempunyai karakteristik sektoral yang berbeda. Gerombol pertama dicirikan oleh ketertinggalan perempuan pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan serta pada capaian pendidikan menengah ke atas. Sementara itu, gerombol keempat menunjukkan capaian yang relatif lebih mendekati kesetaraan pada sumbangan pendapatan dan keterwakilan tenaga profesional, tetapi pengeluaran per kapita perempuan masih tertinggal. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa nilai IPG yang hampir sama dapat terbentuk dari pola ketimpangan gender yang berbeda. Keragaman IPG gerombol keempat sedikit lebih tinggi daripada gerombol pertama, meskipun interpretasinya perlu mempertimbangkan bahwa gerombol keempat hanya terdiri atas dua kabupaten..

Gerombol kelima memiliki rata-rata IPG yang relatif tinggi, tetapi masih dicirikan oleh kondisi yang kurang menguntungkan perempuan pada sektor kesehatan dan ketenagakerjaan. Keluhan kesehatan perempuan lebih tinggi daripada laki-laki dan

keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional masih tertinggal. Kondisi ini tidak bertentangan dengan nilai IPG gerombol yang relatif tinggi karena IPG dan proses penggerombolan menggunakan susunan indikator yang berbeda. Penggerombolan mempertimbangkan indikator yang lebih rinci, termasuk keluhan kesehatan, jaminan kesehatan, partisipasi angkatan kerja, dan tenaga profesional, sehingga dapat memperlihatkan ketimpangan tertentu yang tidak sepenuhnya tercermin dalam nilai IPG.

Secara keseluruhan, perbandingan tersebut menunjukkan adanya kesesuaian antara capaian IPG dan sebagian besar karakteristik gerombol. Gerombol dengan capaian pendidikan dan ekonomi yang relatif lebih mendekati kesetaraan cenderung mempunyai rata-rata IPG lebih tinggi, sedangkan gerombol dengan ketertinggalan pada sektor ekonomi dan pendidikan cenderung mempunyai rata-rata IPG lebih rendah. Namun, nilai IPG yang serupa tidak selalu menunjukkan sumber ketimpangan yang sama. Hasil penggerombolan memberikan informasi yang lebih terperinci mengenai sektor yang menjadi penciri setiap kelompok wilayah, sedangkan IPG memberikan gambaran umum mengenai capaian pembangunan gender. Dengan demikian, IPG berfungsi sebagai pembandingan dan bukan sebagai dasar penentuan atau pembuktian kebenaran hasil penggerombolan.



V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penerapan metode *cluster ensemble* menggunakan algoritma *Link-Based Cluster Ensemble* (LCE) pada 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan delapan indikator disparitas pembangunan gender menghasilkan lima gerombol optimal tanpa *singleton* dengan nilai Indeks Davies–Bouldin sebesar 1,0241. Ketiga fungsi konsensus, yaitu pautan tunggal, pautan lengkap, dan pautan rata-rata, menghasilkan keanggotaan gerombol yang sama. Nilai Indeks Davies–Bouldin hasil *cluster ensemble* lebih rendah daripada hasil terbaik metode pautan lengkap, median, dan rata-rata, serta sama dengan metode Ward dan k-rataan. Hasil *cluster ensemble* dipilih karena menggabungkan informasi dari berbagai solusi penggerombolan tunggal dan menghasilkan struktur gerombol yang konsisten.

Gerombol pertama dicirikan oleh ketertinggalan perempuan pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan serta pada sektor pendidikan, terutama capaian pendidikan menengah ke atas. Gerombol kedua menunjukkan capaian sektor pendidikan yang relatif mendekati kesetaraan, meskipun capaian perempuan pada sektor ekonomi dan ketenagakerjaan masih tertinggal. Gerombol ketiga dicirikan oleh ketertinggalan pada sektor ekonomi dan pendidikan, terutama pendidikan menengah ke atas, tetapi keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional relatif mendekati capaian laki-laki. Gerombol keempat menunjukkan kondisi ketenagakerjaan yang relatif mendekati kesetaraan dan sumbangan pendapatan perempuan yang lebih mendekati capaian laki-laki, tetapi pengeluaran per kapitanya masih tertinggal. Gerombol kelima dicirikan oleh kondisi kesehatan yang kurang menguntungkan karena keluhan kesehatan perempuan lebih tinggi serta keterwakilan perempuan sebagai tenaga profesional yang masih tertinggal. Perbandingan dengan IPG tahun 2024 menunjukkan bahwa wilayah dengan capaian IPG yang berdekatan dapat memiliki sumber disparitas yang berbeda. Berdasarkan ketertinggalan yang mencakup beberapa sektor, Gerombol pertama menjadi gerombol yang perlu diprioritaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Indeks Pembangunan Gender 2014*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025a. *Indeks Pembangunan Gender Provinsi Jawa Barat 2024*. Bandung (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025b. *Keadaan Angkatan Kerja di Provinsi Jawa Barat 2024*. Bandung (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025c. *Statistik Kesejahteraan Rakyat Jawa Barat 2024*. Bandung (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2025d. *Provinsi Jawa Barat dalam Angka 2024*. Bandung (ID): Badan Pusat Statistik.
- Aselnino P, Wijayanto AW. 2024. Analisis perbandingan metode hierarchical dan non-hierarchical dalam pembentukan cluster provinsi di indonesia berdasarkan indikator women empowerment. *Indonesian Journal of Applied Statistics*. 6(1):57–68.
- Dormann CF, Elith J, Bacher S, Buchmann C, Carl G, Carré G, Marquéz JRG, Gruber B, Lafourcade B, Leitão PJ, Münkemüller T, McClean C, Osborne PE, Reineking B, Schröder B, Skidmore AK, Zurell D, Lautenbach S. 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*. 36(1):27–46.
- Fachrodhiya MR, Sofwani SF, Wati M, Widians JA. 2026. Komparasi algoritma K-Means dan DBSCAN dalam klasterisasi Indeks Pembangunan Gender tingkat kabupaten/kota di Indonesia. *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*. 6(1):94–106.
- Hadist SY, Utomo AP. 2021. Pengelompokan kabupaten/kota di Pulau Jawa berdasarkan kondisi sosial ekonomi sebelum dan setelah memasuki pandemi covid-19 penerapan metode cluster ensemble. Seminar Nasional Official Statistics 2021; 2021 25 Sept; Jakarta, Indonesia. Jakarta: hlm 322-332; [diakses 30 Maret 2023]. <https://prosiding.stis.ac.id/index.php/semnasoffstat/article/view/865>.
- Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. 2019. *Multivariate Data Analysis*. Ed ke-8. Andover (UK): Cengage Learning EMEA-121.
- Hatipoğlu HN. 2022. A cluster analysis on gender equality in the world from the data set of the United Nations Development Program. Di dalam: *Proceedings of the International Conference on Trends & Innovations in Management, Engineering, Sciences and Humanities*; 2022 Des 19–21; Dubai, Uni Emirat Arab. hlm 139–152.
- Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. 2003. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. Ed ke-5. Boston (US): Houghton Mifflin.
- Hu X, Yoo I. 2004. *Cluster ensemble and Its Applications in Gene Expression Analysis*. Philadelphia (US): Drexel University.
- Iam-on N, Garrett S. 2010. LinkCluE: A MATLAB package for link-based cluster ensemble. *Journal of Statistical Software*. 36(9):1-36.
- Johnson R, Wichern D. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey (US): Prentice Hall.

- [KPPPA]. Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak. 2025. *Pembangunan Manusia Berbasis Gender 2024*. Jakarta (ID): Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2011. *Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS*. Wibawa GNA, Hadi AF, editor. Bogor (ID): IPB Press.
- Nisa AH. 2018. Pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan kondisi disparitas pembangunan manusia berbasis gender [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nuraidah. 2014. Cluster ensemble dalam penggerombolan kabupaten/kota provinsi jawa barat berdasarkan indikator pendidikan sma/smk/ma. [skripsi]. Bogor (ID): IPB University.
- Orme B, Johsons R. 2008. *Improving K-Means Cluster Analysis: Ensemble Analysis Instead of Highest Reproducibility Replicates*. Sun Valley (US): Sawtooth software.
- Retzer J, Shan M. 2007. Cluster ensemble analysis and graphical depiction of cluster partitions. Proceedings of the 2007 Sawtooth Software Conference; 2009 17-19 Okt; California, United States. California: hlm 239-250; [diakses 30 Maret 2023]. <https://sawtoothsoftware.com/assets/2cfe46ec-474d-45b6a848254961b2280a>.
- Ristiyanti A. 2017. *Cluster ensemble* dalam penggerombolan provinsi di indonesia berdasarkan indikator pelayanan kesehatan ibu hamil. [skripsi]. Bogor (ID): IPB University.
- Salsabila D, Hendrawan MY. 2021. Analisis kondisi pemberdayaan gender di Indonesia tahun 2020 dengan agglomerative hierarchical clustering dan biplot. *Seminar Nasional Official Statistics*. 2021(1):204–213.
- Strehl A, Gosh J. 2002. Cluster ensemble: a knowledge reuse framework for combining partitionings. *The Journal of Machine Learning Research*. 3(1):583-6.
- Yusfar AA, Tiro MA, Sudarmin. 2021. Analisis cluster ensemble dalam pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan indikator kinerja pembangunan ekonomi daerah. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*. 3(1):31-43.