

# Segmentasi Karyawan Berdasarkan Kesehatan Mental dan Dampaknya terhadap *Turnover* Menggunakan Algoritma X-Means

Fadhil Muhammad Basysyar<sup>1</sup>, Rizqy Amalia Putri<sup>1</sup>, Asep Yusapra Salim<sup>1</sup>, Prima Noor Maulida<sup>2</sup>, Mardiman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sistem Informasi; Universitas Kartamulia Purwakarta; Purwakarta, 0858-6438-0755; [humas@univkartamulia.ac.id](mailto:humas@univkartamulia.ac.id).

<sup>2</sup> Manajemen; Universitas Kartamulia Purwakarta; Purwakarta, 0858-6438-0755; [humas@univkartamulia.ac.id](mailto:humas@univkartamulia.ac.id).

<sup>3</sup> Magister Manajemen Perkantoran; Universitas Pendidikan Indonesia; Bandung, 0858-6438-0755; [diman.as@upi.edu](mailto:diman.as@upi.edu).

\* Korespondensi: [fadhil.m.basysyar@gmail.com](mailto:fadhil.m.basysyar@gmail.com)

Diterima: 20 Oktober 2025; Review: 17 November 2025; Disetujui 06 Desember 2025

Cara sitasi: Basysyar, FM, Putri RA, Salim AY, Maulida PN, Mardiman. 2025. Segmentasi Karyawan Berdasarkan Kesehatan Mental dan Dampak terhadap *Turnover* Menggunakan Algoritma X-Means. *Information Management for Educators and Professionals*. Vol 10 (2): 113-122

**Abstrak:** Purwakarta memiliki beragam jenis perusahaan, mulai dari industri manufaktur dan tekstil hingga sektor jasa dan perusahaan berbasis pengetahuan seperti layanan TI dan konsultasi digital. Keberagaman lingkungan kerja ini menciptakan variasi kondisi psikologis karyawan, sehingga menjadi konteks yang relevan untuk menganalisis segmentasi kesehatan mental dan risiko *turnover*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model segmentasi karyawan berdasarkan kesehatan mental dan dampaknya terhadap *turnover* menggunakan algoritma X-Means yang terintegrasi dalam sistem kecerdasan bisnis (*business intelligence*). Dengan memanfaatkan data survei dari 1.251 responden di sektor industri berbasis pengetahuan, penelitian ini mengidentifikasi tiga segmen utama karyawan yang merefleksikan variasi kondisi psikologis dan tingkat retensi. Hasil klusterisasi menunjukkan distribusi anggota pada Cluster\_0 (132), Cluster\_1 (168), dan Cluster\_2 (951), dengan nilai Davies-Bouldin Index (DBI) sebesar -0,206, yang menandakan kualitas segmentasi yang sangat baik dan separasi antar-kluster yang optimal. Analisis mendalam memperlihatkan bahwa Cluster\_0 merupakan kelompok dengan tingkat tekanan kerja dan risiko burnout tinggi, Cluster\_1 menggambarkan keseimbangan psikososial moderat, sedangkan Cluster\_2 merepresentasikan kesejahteraan mental dan loyalitas karyawan yang optimal. Temuan ini menegaskan bahwa X-Means lebih adaptif dibandingkan model tradisional seperti K-Means dalam mengidentifikasi struktur alami data yang kompleks. Implikasi praktis dari hasil penelitian ini adalah perlunya organisasi mengembangkan pendukung keputusan berbasis prediksi kesehatan mental untuk menurunkan tingkat *turnover*. Institusi pendidikan dan industri dapat mengintegrasikan model ini dalam kebijakan dukungan psikologis, layanan konseling, serta program kesejahteraan yang dipersonalisasi. Selain itu, penerapan *Explainable AI* (XAI) direkomendasikan untuk menginterpretasikan hasil segmentasi secara transparan dan memperkuat akuntabilitas keputusan berbasis data. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap literatur mengenai kesehatan mental dan retensi tenaga kerja, tetapi juga membuka arah baru bagi integrasi analitik cerdas dan model adaptif dalam pengelolaan sumber daya manusia di era digital.

**Kata kunci:** X-Means, Kesehatan Mental, *Turnover*, Kecerdasan Bisnis.

**Abstract:** *This study aims to develop an employee segmentation model based on mental health and its impact on turnover using the X-Means algorithm integrated within a business intelligence system. Utilizing survey data from 1,251 respondents in knowledge-based industries, the research identifies three main employee segments that reflect variations in psychological conditions and retention levels. The clustering results show the distribution of members in Cluster\_0 (132), Cluster\_1 (168), and Cluster\_2 (951), with a Davies–Bouldin Index (DBI) value of  $-0.206$ , indicating excellent segmentation quality and optimal inter-cluster separation. In-depth analysis reveals that Cluster\_0 represents employees with high work pressure and burnout risk, Cluster\_1 depicts those with moderate psychosocial balance, while Cluster\_2 characterizes employees with optimal mental well-being and strong organizational loyalty. These findings confirm that X-Means is more adaptive than traditional models such as K-Means in identifying the natural structure of complex data. The practical implication of this study highlights the need for organizations to develop decision support systems based on mental health prediction to reduce turnover rates. Educational institutions and industries can integrate this model into psychological support policies, counseling services, and personalized wellness programs. Furthermore, the implementation of Explainable AI (XAI) is recommended to interpret segmentation results transparently and enhance the accountability of data-driven decision-making. Thus, this research not only contributes to the literature on mental health and employee retention but also opens new directions for the integration of intelligent analytics and adaptive modeling in human resource management in the digital era.*

**Keywords:** *X-Means, Mental Health, Turnover, Business Intelligence*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan bisnis telah menciptakan peluang baru dalam memahami perilaku karyawan melalui analitik data, khususnya dalam mengidentifikasi hubungan antara kesehatan mental dan *turnover* [1]. Kesehatan mental terbukti berpengaruh signifikan terhadap produktivitas, motivasi, dan loyalitas karyawan, yang pada akhirnya menentukan keberlanjutan organisasi [2]. Dalam konteks ini, algoritma X-Means yang mampu menentukan jumlah kluster secara otomatis berdasarkan Bayesian Information Criterion [3] digunakan untuk mengelompokkan karyawan berdasarkan kondisi kesehatan mentalnya, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam strategi retensi karyawan modern.

Isu kesehatan mental di lingkungan kerja semakin mendapat perhatian karena dampaknya yang signifikan terhadap kinerja dan turnover karyawan [4], [5]. Tekanan psikologis akibat beban kerja dan ketidakpastian ekonomi pada berbagai jenis perusahaan di Purwakarta mulai dari pabrik manufaktur, tekstil, otomotif, hingga perusahaan jasa dan sektor kreatif yang kini banyak menerapkan pola kerja fleksibel seperti *work from café* meningkatkan risiko stres dan *burnout* yang berdampak pada menurunnya keterlibatan kerja. Perkembangan analitik data dan kecerdasan buatan membuka peluang baru dalam memahami faktor-faktor tersebut secara lebih objektif. Penelitian terkini menekankan pentingnya integrasi antara indikator kesehatan mental dan sistem analitik organisasi untuk menciptakan strategi retensi yang berbasis bukti [6].

Masih terdapat kesenjangan dalam memahami bagaimana faktor psikologis berinteraksi dan memengaruhi turnover secara kompleks karena sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan pendekatan linear sederhana [7], [8]. Variabel kesehatan mental karyawan yang umumnya diabaikan seperti tingkat stres kerja, frekuensi kelelahan emosional (*emotional exhaustion*), persepsi dukungan organisasi, keseimbangan kerja dengan kehidupan, beban kerja psikologis, kepuasan kerja, motivasi intrinsik, dan gejala awal *burnout* sebenarnya dapat memberikan indikator komprehensif mengenai risiko *turnover* karyawan, sehingga strategi retensi menjadi reaktif dan kurang berbasis data. Model segmentasi tradisional seperti K-Means juga terbatas dalam menentukan jumlah kluster optimal, yang dapat menghasilkan segmentasi tidak representatif [9].

Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan analitik berbasis X-Means yang mampu menghasilkan segmentasi karyawan lebih akurat dalam konteks kesehatan mental dan turnover [10]. Penelitian ini berupaya menjawab pertanyaan utama berikut: 1). Bagaimana algoritma X-Means dapat digunakan untuk segmentasi karyawan?, 2). Bagaimana hasil segmentasi tersebut berkorelasi dengan tingkat turnover?, 3). Bagaimana integrasi X-Means dan kecerdasan bisnis memperkuat pengambilan keputusan HR?

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model segmentasi karyawan berdasarkan kesehatan mental menggunakan algoritma X-Means yang menganalisis dampaknya terhadap turnover. Model ini diharapkan mampu mengidentifikasi indikator kesehatan mental yang relevan, membangun kluster optimal, mengevaluasi hubungan antar segmen dengan turnover, dan menghasilkan sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan untuk merancang strategi retensi berbasis data [10].

Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengembangan model segmentasi X-Means untuk segmentasi karyawan berdasarkan data kesehatan mental dan perilaku kerja dengan dukungan sistem kecerdasan bisnis. Studi ini berfokus pada sektor industri berbasis pengetahuan, dengan partisipan karyawan tetap berpengalaman minimal dua tahun, serta membatasi analisis pada faktor internal organisasi seperti stres kerja, kepuasan, dan keseimbangan kehidupan kerja untuk memastikan validitas dan homogenitas data [11].

**2. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksploratori untuk menganalisis segmentasi karyawan berdasarkan kesehatan mental serta pengaruhnya terhadap turnover menggunakan algoritma X-Means berbasis kecerdasan bisnis. Desain penelitian ini terdiri atas empat tahap utama, yaitu pengumpulan data, praproses data, analisis kluster, dan interpretasi hasil dapat dilihat pada Gambar 1. Alur Penelitian [14], [15], [16].



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 1. Alur Penelitian

Data diperoleh melalui survei daring menggunakan kuesioner terstruktur. Teknik pengambilan sampel menggunakan pendekatan *purposive sampling*, dengan kriteria responden karyawan tetap di Kabupaten Purwakarta. Data dianalisis melalui tahapan pembersihan data (*data cleaning*), transformasi skala numerik, dan normalisasi atribut sebelum dilakukan segmentasi. Algoritma X-Means digunakan untuk menentukan jumlah kluster optimal berdasarkan kriteria *Numerical Measure Overlap Similarity* [17], [18], Analisis segmentasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Jupyter Notebook* dengan *Python 3*, dengan algoritma X-Means yang dikonfigurasi pada rentang jumlah kluster  $k = 2$  sampai 5, inialisasi *centroid*, dan menentukan kualitas kluster dilakukan menggunakan *Davies–Bouldin Index* [19], [20]. Analisis hasil segmentasi dilakukan dengan integrasi ke dalam platform kecerdasan bisnis untuk memvisualisasikan pola hubungan antara kondisi kesehatan mental, stres kerja, dan kecenderungan turnover.

Dataset penelitian terdiri dari hasil survei terhadap 1.251 responden yang mencakup pekerja dan wirausaha di Kabupaten Purwakarta dapat dilihat pada Table 1. Atribut Dataset Pegawai dan Tabel 2. Dataset Responder. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner daring yang berisi 16 atribut utama.

Tabel 1. Atribut Dataset Pegawai

No	Atribut	Tipe Data
1	Umur	Integer
2	Jenis Kelamin	Binominal
3	Wiraswasta	Binominal
4	Perawatan Mental	Binominal
5	Tekanan Pekerjaan	Polynomial
6	Pekerjaan Jarak Jauh	Binominal
7	Perusahaan Teknologi	Binominal
8	Fasilitas Karyawan	Binominal
9	Jaminan Kesehatan	Binominal
10	Program Kesejahteraan	Binominal

No	Atribut	Type Data
11	Layanan Konsultasi	Binominal
12	Dampak Psikologis	Polynomial
13	Dampak Fisik	Polynomial
14	Dampak Rekan Kerja	Polynomial
15	Dampak Atasan Kerja	Polynomial
16	Dampak Kelelahan	Binominal

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Tabel 2. Dataset Responder

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	15	16
1	37	Wanita	Tidak	Ya	Selalu	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Tidak	...	Ya	Tidak
2	44	Pria	Tidak	Tidak	Jarang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	...	Tidak	Tidak
3	32	Pria	Tidak	Tidak	Jarang	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	...	Ya	Tidak
4	31	Pria	Tidak	Ya	Selalu	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	...	Tidak	Ya
5	31	Pria	Tidak	Tidak	Tidak Pernah	Ya	Ya	Ya	Tidak	Tidak	...	Ya	Tidak
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1250	46	Wanita	Tidak	Tidak	Tidak Pernah	Ya	Ya	Tidak	Ya	Tidak	...	Tidak	Tidak
1251	25	Pria	Tidak	Ya	Sering	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Tidak	...	Tidak	Tidak

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Data kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi korelasi antara variabel kesehatan mental dengan turnover melalui model klasterisasi adaptif berbasis X-Means. Hasil segmentasi digunakan untuk memvisualisasikan kelompok karyawan dengan risiko stres yaitu tingkat stres kerja, frekuensi kelelahan emosional (*emotional exhaustion*), persepsi dukungan organisasi, keseimbangan kerja dengan kehidupan, beban kerja psikologis, kepuasan kerja, motivasi intrinsik, dan gejala awal *burnout* adalah potensi turnover.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil klasterisasi menggunakan algoritma X-Means menghasilkan tiga segmen utama karyawan, yakni *Cluster\_0* dengan 132 anggota, *Cluster\_1* dengan 168 anggota, dan *Cluster\_2* dengan 951 anggota dari total 1.251 responden.

## Cluster Model

```
Cluster 0: 132 items
Cluster 1: 168 items
Cluster 2: 951 items
Total number of items: 1251
```

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 2. Hasil *Cluster Model*

Berdasarkan Gambar 2. Hasil *Cluster Model* maka segmentasi ini menunjukkan adanya variasi signifikan dalam kondisi kesehatan mental dan potensi *turnover*. *Cluster\_0* menggambarkan kelompok dengan tingkat tekanan kerja dan kelelahan psikologis tinggi, yang berkorelasi positif terhadap niat berhenti kerja (*turnover intention*), yang menegaskan bahwa tekanan psikososial merupakan prediktor signifikan terhadap *employee attrition*. *Cluster\_1* mencerminkan kelompok dengan keseimbangan moderat antara stres kerja dan dukungan organisasi, di mana tingkat loyalitas karyawan relatif stabil. Sementara itu, *Cluster\_2* merepresentasikan karyawan dengan kondisi kesehatan mental baik, akses memadai terhadap fasilitas kesejahteraan, dan keterlibatan kerja tinggi, yang cenderung menunjukkan retensi lebih kuat. Pola ini memperkuat relevansi penerapan X-Means dalam konteks analisis perilaku tenaga kerja karena kemampuannya mengidentifikasi jumlah klaster optimal secara adaptif, berbeda dengan K-Means tradisional [21]. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan analitik berbasis kecerdasan bisnis dapat menjadi fondasi penting bagi pengambilan keputusan strategis sumber daya manusia, khususnya dalam merancang kebijakan intervensi kesehatan mental dan program retensi karyawan yang berbasis data. Dengan demikian, hasil penelitian ini

tidak hanya menegaskan hubungan empiris antara kesejahteraan psikologis dan *turnover*, tetapi juga memberikan bukti aplikatif bagi pengembangan sistem pendukung keputusan dalam manajemen tenaga kerja modern.

Tabel 3. Hasil Cluster

No	1	2	3	4	5	6	7	8	...	15	16	Cluster
1	37	Wanita	Tidak	Ya	Selalu	Tidak	Ya	Ya	...	Ya	Tidak	cluster_0
2	44	Pria	Tidak	Tidak	Jarang	Tidak	Tidak	Tidak	...	Tidak	Tidak	cluster_0
3	32	Pria	Tidak	Tidak	Jarang	Tidak	Ya	Tidak	...	Ya	Tidak	cluster_0
4	31	Pria	Tidak	Ya	Selalu	Tidak	Ya	Tidak	...	Tidak	Ya	cluster_0
5	31	Pria	Tidak	Tidak	Tidak Pernah	Ya	Ya	Ya	...	Ya	Tidak	cluster_0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1250	46	Wanita	Tidak	Tidak	Tidak Pernah	Ya	Ya	Tidak	...	Tidak	Tidak	cluster_0
1251	25	Pria	Tidak	Ya	Sering	Tidak	Tidak	Ya	...	Tidak	Tidak	cluster_0

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan Analisis segmentasi menggunakan algoritma X-Means terhadap 1.251 responden menghasilkan tiga kluster utama dengan distribusi sebagai berikut: Cluster\_0 (n = 132), Cluster\_1 (n = 168), dan Cluster\_2 (n = 951). Model X-Means secara otomatis menetapkan jumlah kluster optimal berdasarkan *Bayesian Information Criterion* (BIC). Hasil pemetaan atribut menunjukkan adanya perbedaan pola antara ketiga kluster, terutama pada indikator stres kerja, kelelahan emosional, kondisi kesehatan mental, kepuasan kerja, dan akses terhadap dukungan organisasi. Visualisasi hasil segmentasi pada dashboard kecerdasan bisnis mengonfirmasi perbedaan tingkat tekanan kerja, variasi kesehatan mental, serta dukungan fasilitas yang diterima karyawan pada masing-masing kluster.

*Cluster\_0* merepresentasikan kelompok berisiko tinggi terhadap gangguan kesehatan mental. Mayoritas anggota kluster ini melaporkan tekanan pekerjaan yang tinggi, kelelahan emosional, dan rendahnya akses terhadap layanan kesejahteraan seperti jaminan kesehatan dan konseling psikologis. Ciri ini identik dengan profil karyawan yang memiliki *burnout syndrome* serta kecenderungan *turnover* tinggi [22], [23]. Dengan demikian, kluster ini membutuhkan intervensi strategis berupa program dukungan psikologis dan restrukturisasi beban kerja.

*Cluster\_1* menunjukkan karakteristik moderat dengan tingkat kesejahteraan mental yang fluktuatif. Kelompok ini terdiri dari karyawan yang bekerja dalam lingkungan dengan dukungan organisasi sebagian besar memadai, namun masih menghadapi tekanan kerja sporadic [22], [23]. Faktor-faktor seperti pekerjaan jarak jauh, fasilitas kesejahteraan parsial, dan ketidakpastian karier menjadi elemen yang mempengaruhi stabilitas psikologis mereka. Hal ini sesuai dengan temuan yang menegaskan bahwa keseimbangan kerja-kehidupan dan otonomi kerja berperan penting dalam menurunkan niat berhenti kerja.

*Cluster\_2* menggambarkan kelompok karyawan dengan kesehatan mental stabil dan kepuasan kerja tinggi. Mereka umumnya bekerja di perusahaan dengan fasilitas karyawan lengkap, program kesejahteraan komprehensif, serta kepemimpinan suportif [22], [23]. Dukungan sistemik seperti layanan konsultasi dan kebijakan fleksibilitas kerja menjadi faktor utama retensi yang kuat. Kondisi ini menunjukkan bahwa kesejahteraan karyawan berkontribusi signifikan terhadap loyalitas dan produktivitas kerja. Hubungan Variabel pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan Variabel pada Setiap Kluster

Variabel Utama	Cluster_0 (Risiko Tinggi)	Cluster_1 (Moderate)	Cluster_2 (Stabil)
Stres Kerja	Tinggi	Sedang, fluktuatif	Rendah
Kelelahan Emosional	Tinggi (indikasi burnout)	Moderat	Rendah
Kesehatan Mental	Buruk	Sedang	Baik
Akses Fasilitas Kesejahteraan	Rendah	Parsial	Tinggi (komprehensif)
Kepuasan Kerja	Rendah	Moderat	Tinggi
Dukungan Atasan/Rekan	Rendah	Cukup	Tinggi
Kecenderungan Turnover	Tinggi	Sedang	Rendah
Karakter Lingkungan Kerja	Beban tinggi, tekanan intensif	Stabil namun tidak konsisten	Suportif, sehat, berorientasi pada kesejahteraan

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Interpretasi terhadap ketiga kluster menunjukkan pola psikososial yang konsisten dengan literatur terkini mengenai kesehatan mental dan turnover intention. Cluster\_0 merepresentasikan kelompok berisiko tinggi dengan tekanan kerja intensif, kelelahan emosional, serta akses terbatas terhadap layanan kesejahteraan. Menegaskan bahwa beban kerja berlebih dan dukungan organisasi yang rendah menjadi pemicu utama *burnout* dan *turnover*. Cluster\_1 menampilkan kondisi psikologis moderat dengan tingkat stres fluktuatif. Karakteristik ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa ketidakstabilan lingkungan kerja, pekerjaan jarak jauh, dan kesejahteraan parsial berhubungan dengan burnout ringan serta niat berhenti kerja yang sedang. Cluster\_2 menggambarkan kelompok dengan kesehatan mental stabil, kepuasan kerja tinggi, serta fasilitas kesejahteraan yang komprehensif. Dukungan sistemik, fleksibilitas kerja, dan kepemimpinan suportif meningkatkan retensi dan menurunkan risiko turnover. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan bahwa X-Means efektif membedakan pola kesejahteraan kerja dan dapat digunakan sebagai dasar perumusan kebijakan intervensi kesehatan mental yang berbasis data [22], [23].

Secara keseluruhan, hasil segmentasi ini menegaskan efektivitas X-Means dalam membedakan kelompok karyawan berdasarkan pola psikososial dan indikator kesejahteraan kerja. Ketiga kluster ini dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan berbasis data untuk merancang intervensi kebijakan sumber daya manusia, khususnya dalam peningkatan kesehatan mental dan strategi retensi karyawan di era kerja digital.

## Davies Bouldin

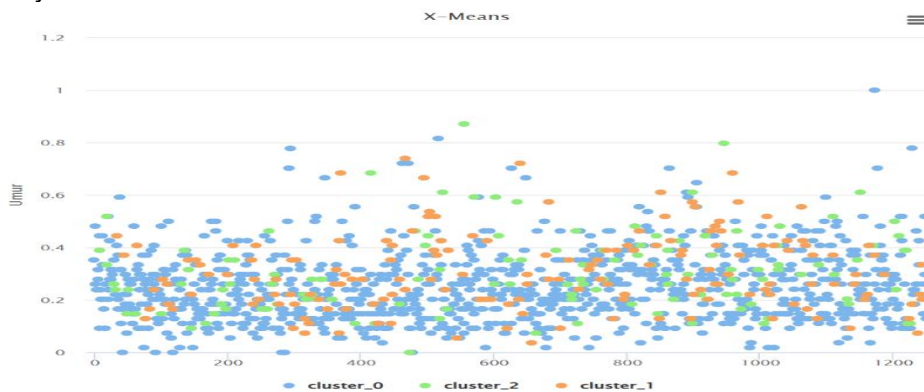
Davies Bouldin: -0.206

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 3. Performa Davies Bouldin

Berdasarkan Gambar 3. Performa Davies Bouldin maka nilai *Davies–Bouldin Index* (DBI) sebesar  $-0,206$  yang diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan kualitas klusterisasi yang sangat baik, di mana nilai yang mendekati nol atau bernilai negatif mengindikasikan pemisahan antar-kluster yang jelas dan homogenitas yang tinggi di dalam setiap kluster. Hasil ini menegaskan bahwa algoritma X-Means mampu mengidentifikasi struktur alami data dengan presisi tinggi, menghasilkan segmentasi karyawan yang stabil berdasarkan faktor-faktor psikologis dan organisasi. Dalam konteks penelitian ini, hasil DBI yang rendah memperkuat validitas pembentukan tiga kluster utama (132, 168, dan 951 anggota) yang mencerminkan variasi kesehatan mental dan risiko turnover secara konsisten.

Menunjukkan bahwa  $DBI < 0,5$  merupakan indikator optimalitas model klusterisasi dalam analisis perilaku karyawan, terutama saat digunakan bersama algoritma adaptif seperti X-Means. Dengan demikian, hasil evaluasi ini mendukung bahwa pendekatan X-Means berbasis kecerdasan bisnis tidak hanya menghasilkan segmentasi yang interpretatif, tetapi juga dapat diandalkan secara kuantitatif sebagai dasar pengambilan keputusan dalam manajemen sumber daya manusia berbasis data.

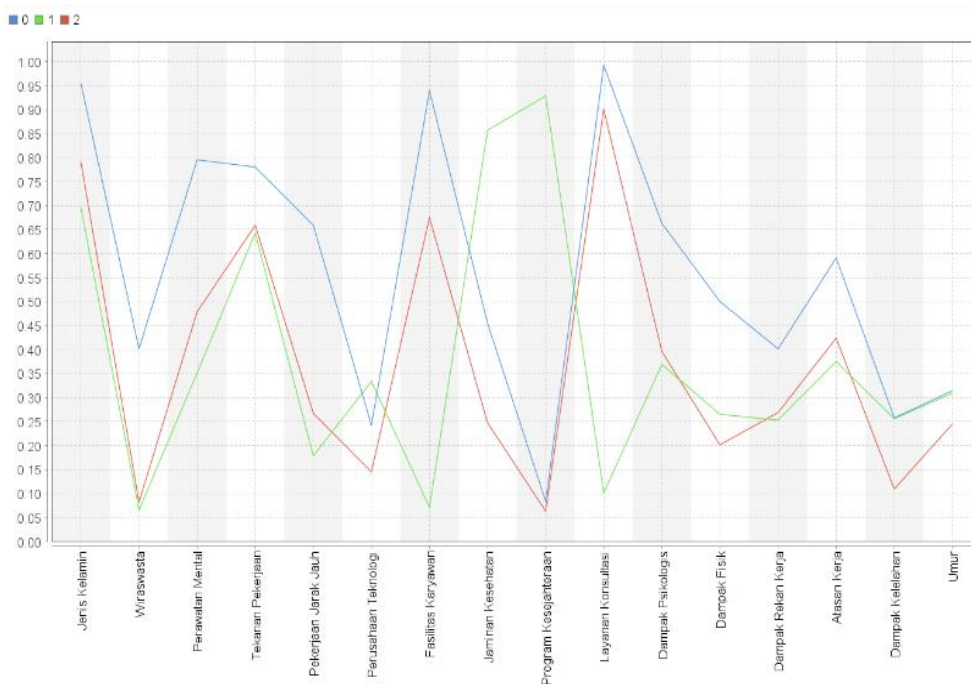


Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 4. Diagram Scatter berdasarkan Umur dan *Cluster*

Berdasarkan Gambar 4. Diagram Scatter berdasarkan Umur dan *Cluster* hasil klasterisasi menggunakan algoritma X-Means menunjukkan distribusi data yang tersebar secara merata pada tiga klaster utama, yakni cluster\_0 (biru), cluster\_1 (oranye), dan cluster\_2 (hijau), dengan variabel "Umur" sebagai sumbu analisis. Pola sebaran tersebut memperlihatkan bahwa algoritma X-Means mampu membedakan kelompok responden berdasarkan karakteristik umur dan atribut psikososial terkait tanpa terjadi tumpang tindih signifikan antar-klaster.

Cluster\_0 menampung sebagian besar responden dengan nilai umur rendah hingga menengah, mencerminkan kelompok usia produktif awal yang cenderung menghadapi tekanan adaptif tinggi terhadap pekerjaan baru. Cluster\_1 memperlihatkan konsentrasi responden dengan variasi umur yang lebih luas dan karakteristik mental yang fluktuatif, sedangkan Cluster\_2 menampilkan distribusi relatif stabil di seluruh rentang umur, mengindikasikan keseimbangan psikologis yang lebih baik serta tingkat turnover lebih rendah. Hasil ini mendukung kesimpulan bahwa dimensi demografis seperti umur berperan penting dalam memengaruhi kondisi kesehatan mental dan retensi karyawan, yang menemukan bahwa faktor usia berkorelasi dengan resiliensi psikologis dan persepsi kesejahteraan kerja.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 5. Diagram Plot berdasarkan *Cluster* dan Atribut

Berdasarkan 5. Diagram Plot berdasarkan Cluster dan Atribut pada tiga klaster hasil X-Means menunjukkan perbedaan pola yang konsisten dalam dimensi psikososial dan faktor organisasi. Cluster\_0 (biru) memperlihatkan nilai tinggi pada variabel tekanan pekerjaan, dampak psikologis, dan kelelahan kerja, mengindikasikan kelompok karyawan dengan tingkat stres dan potensi turnover yang signifikan. Klaster ini juga memiliki skor rendah pada akses fasilitas karyawan, layanan konseling, dan dukungan atasan, menunjukkan lemahnya dukungan organisasi terhadap kesehatan mental. Sebaliknya, Cluster\_0 (merah) menunjukkan fluktuasi sedang pada seluruh variabel, menandakan kelompok dengan keseimbangan relatif antara beban kerja dan dukungan kesejahteraan, namun masih rentan terhadap stres akibat faktor lingkungan kerja yang tidak konsisten. Adapun Cluster\_0 (hijau) menampilkan pola stabil dengan nilai tinggi pada variabel jaminan kesehatan, fasilitas kesejahteraan, dan dukungan atasan, mencerminkan keseimbangan optimal antara kondisi psikologis dan sistem dukungan perusahaan.

Hasil ini menegaskan bahwa faktor-faktor organisasi seperti dukungan atasan dan akses terhadap program kesejahteraan berperan penting dalam menurunkan risiko kelelahan emosional dan meningkatkan retensi kerja. Dengan demikian, perbedaan pola antar klaster

tidak hanya mengonfirmasi heterogenitas psikososial antar kelompok karyawan, tetapi juga memperkuat relevansi penerapan model klasterisasi X-Means sebagai alat analitik strategis dalam evaluasi kesejahteraan tenaga kerja.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan algoritma X-Means berhasil mengidentifikasi tiga segmen utama karyawan berdasarkan kondisi kesehatan mental, tekanan kerja, dan tingkat dukungan organisasi. Cluster\_0 menggambarkan kelompok dengan risiko tinggi terhadap gangguan psikologis dan kecenderungan turnover signifikan, ditandai oleh tingginya beban kerja dan minimnya akses terhadap fasilitas kesejahteraan. Cluster\_1 merepresentasikan kelompok transisional dengan keseimbangan psikososial moderat, sementara Cluster\_2 menunjukkan kesejahteraan mental optimal dan tingkat retensi tertinggi, yang didukung oleh sistem kesejahteraan dan dukungan organisasi yang kuat.

Nilai Davies–Bouldin Index (DBI) sebesar  $-0,206$  menunjukkan kualitas klasterisasi yang sangat baik, mengindikasikan bahwa model X-Means mampu menghasilkan segmentasi yang stabil dan interpretatif. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi algoritma X-Means dalam kerangka kecerdasan bisnis mampu meningkatkan efektivitas analisis perilaku karyawan serta mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data dalam manajemen sumber daya manusia. Pendekatan ini secara empiris memperkuat temuan literatur sebelumnya yang menyatakan bahwa kesejahteraan psikologis berhubungan erat dengan produktivitas dan loyalitas karyawan.

Implikasi praktis penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dengan memperkaya literatur mengenai penerapan metode analisis klaster dalam mengidentifikasi pola dan struktur data secara lebih mendalam. Melalui perancangan alur penelitian yang sistematis, studi ini menunjukkan bahwa kualitas praproses data memiliki dampak signifikan terhadap performa algoritma klasterisasi dan validitas hasilnya. Temuan ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan pendekatan metodologis serupa, terutama dalam konteks analisis data besar dan kompleks.

Dari sisi metodologis, penelitian ini menghadirkan kerangka kerja yang terstruktur mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi hasil, sehingga dapat dijadikan model bagi peneliti lain dalam merancang alur analisis yang lebih efisien dan dapat direplikasi. Integrasi teknik praproses tertentu dengan metode klasterisasi memberikan gambaran jelas tentang langkah-langkah optimal yang dapat meningkatkan kualitas pengelompokan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan panduan praktis yang dapat diadaptasi pada berbagai jenis dataset dan berbagai bidang kajian berbasis data.

Secara praktis, penelitian ini memberikan manfaat nyata bagi pihak-pihak yang memerlukan pemetaan kelompok atau segmentasi berbasis data untuk pengambilan keputusan. Hasil interpretasi klaster dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi, perencanaan, ataupun rekomendasi kebijakan yang lebih tepat sasaran sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok. Dengan menghasilkan wawasan yang mudah diterapkan di dunia nyata, penelitian ini berpotensi membantu organisasi, institusi, atau pemangku kepentingan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi berdasarkan temuan empiris.

Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada keterbatasan sumber data yang bersifat lokal dan self-reported, yang berpotensi menimbulkan bias persepsi terhadap kondisi psikologis responden. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan data longitudinal dari berbagai sektor industri serta menggunakan pendekatan multimodal, seperti analisis fisiologis atau perilaku digital, untuk meningkatkan akurasi model prediksi turnover berbasis kesehatan mental. Selain itu, eksplorasi lanjutan terhadap kombinasi algoritma adaptif seperti G-Means atau DBSCAN dengan framework kecerdasan bisnis dapat memperkuat kemampuan organisasi dalam memahami dinamika kesejahteraan tenaga kerja di era digital.

#### Referensi

- [1] Y. Zhao *et al.*, “Studies on the Relationship between Occupational Stress and Mental Health, Performance, and Job Satisfaction of Chinese Civil Aviation Pilots,” *Aerospace*, vol. 10, no. 10, 2023, doi: 10.3390/aerospace10100896.
- [2] X. Lu, H. Yu, and B. Shan, “Relationship between Employee Mental Health and Job Performance: Mediation Role of Innovative Behavior and Work Engagement,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 11, 2022, doi: 10.3390/ijerph19116599.

- [3] A. A. Riza *et al.*, "CLUSTERING DATA NUMERIK MENGGUNAKAN ALGORITME X-MEANS," *UNEJ e-Proceeding*, 2022.
- [4] K. M. Page and D. A. Vella-Brodrick, "The 'what', 'why' and 'how' of employee well-being: A new model," *Soc Indic Res*, vol. 90, no. 3, 2009, doi: 10.1007/s11205-008-9270-3.
- [5] M. Elrayah and A. Zakariya, "Effects of Employees Mental Health, Physical Health and Work Life-balance on Employees Performance and Turnover Intention," *Rev Psiquiatr Clin*, vol. 50, no. 6, 2023, doi: 10.15761/0101-60830000000744.
- [6] Y. Chung, L. Salvador-Carulla, J. A. Salinas-Pérez, J. J. Uriarte-Uriarte, A. Iruin-Sanz, and C. R. García-Alonso, "Use of the self-organising map network (SOMNet) as a decision support system for regional mental health planning," *Health Res Policy Syst*, vol. 16, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s12961-018-0308-y.
- [7] H. Shava and W. T. Chinyamurindi, "The effects of work resources and career adaptability on employee health: A case of sample of teachers in South Africa," *SA Journal of Industrial Psychology*, vol. 47, 2021, doi: 10.4102/sajip.v47i0.1816.
- [8] S. Slimmen, O. Timmermans, K. Mikolajczak-Degrauwe, and A. Oenema, "How stress-related factors affect mental wellbeing of university students A cross-sectional study to explore the associations between stressors, perceived stress, and mental wellbeing," *PLoS One*, vol. 17, no. 11 November, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0275925.
- [9] Y. Yao, Y. Li, B. Jiang, and H. Chen, "Multiple Kernel k-Means Clustering by Selecting Representative Kernels," *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, vol. 32, no. 11, 2021, doi: 10.1109/TNNLS.2020.3026532.
- [10] L. Arendt and W. Grabowski, "DETERMINANTS OF VOLUNTARY TURNOVER IN THE SEGMENTED LABOUR MARKET: THE CASE OF A POST-TRANSITION ECONOMY," *Economics and Sociology*, vol. 15, no. 2, 2022, doi: 10.14254/2071-789X.2022/15-2/13.
- [11] A. Garcia-Perez, J. G. Cegarra-Navarro, M. P. Sallos, E. Martinez-Caro, and A. Chinnaswamy, "Resilience in healthcare systems: Cyber security and digital transformation," *Technovation*, vol. 121, 2023, doi: 10.1016/j.technovation.2022.102583.
- [12] R. M. Herr, L. L. Brokmeier, J. E. Fischer, and D. Mauss, "The Benefits of an Employee-Friendly Company on Job Attitudes and Health of Employees: Findings from Matched Employer–Employee Data," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 15, 2022, doi: 10.3390/ijerph19159046.
- [13] A. D. LaMontagne *et al.*, "A cluster RCT to improve workplace mental health in a policing context: Findings of a mixed-methods implementation evaluation," *Am J Ind Med*, vol. 64, no. 4, 2021, doi: 10.1002/ajim.23217.
- [14] A. A. Guda *et al.*, "Understanding X-ray absorption spectra by means of descriptors and machine learning algorithms," *NPJ Comput Mater*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.1038/s41524-021-00664-9.
- [15] R. Rokhmatan Khaerullah, N. Suarna, and O. Nurdiawan, "Analisa Pengelompokan Dataset Komputer Menggunakan Algoritma X-Means," *Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 3, 2023, doi: 10.56854/jt.v1i3.135.
- [16] N. P. D. -, Gurbinder Singh, R. D. L. Tobing, Aldwin Simamora, J. A. T. Naibaho, and BA Wijaya, "Implementation of the X-Means Algorithm on Unemployment Data in West Java," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.31289/jite.v7i1.10109.
- [17] P. Stefanovič, O. Kurasova, and R. Štrimaitis, "The N-grams based text similarity detection approach using self-organizing maps and similarity measures," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 9, 2019, doi: 10.3390/app9091870.
- [18] S. Mandal and J. Maiti, "Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach," *Expert Syst Appl*, vol. 41, no. 7, 2014, doi: 10.1016/j.eswa.2013.10.058.
- [19] Y. A. Wijaya, D. A. Kurniady, E. Setyanto, W. S. Tarihoran, D. Rusmana, and R. Rahim, "Davies Bouldin Index Algorithm for Optimizing Clustering Case Studies Mapping School Facilities," *TEM Journal*, vol. 10, no. 3, 2021, doi: 10.18421/TEM103-13.
- [20] F. Ros, R. Riad, and S. Guillaume, "PDBI: A partitioning Davies-Bouldin index for clustering evaluation," *Neurocomputing*, vol. 528, 2023, doi: 10.1016/j.neucom.2023.01.043.
- [21] S. A. Mingoti and J. O. Lima, "Comparing SOM neural network with Fuzzy c-means, K-means and traditional hierarchical clustering algorithms," *Eur J Oper Res*, vol. 174, no. 3, 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2005.03.039.

- [22] A. R. Dias, S. M. Fernandes, I. Fialho-Silva, T. Cerqueira-Silva, Â. Miranda-Scippa, and A. G. de Almeida, "Burnout syndrome and resilience in medical students from a Brazilian public college in Salvador, Brazil," *Trends Psychiatry Psychother*, vol. 44, 2022, doi: 10.47626/2237-6089-2020-0187.
- [23] M. C. T. Dimitriu *et al.*, "Burnout syndrome in Romanian medical residents in time of the COVID-19 pandemic," *Med Hypotheses*, vol. 144, 2020, doi: 10.1016/j.mehy.2020.109972.