



# LEMBAR JAWABAN

## OLIMPIADE STATISTIKA



NAMA PESERTA/TIM

Madep Mantep

NAMA INSTANSI

Politeknik  
Statistika STIS

our social media:



smaticunj@gmail.com



@smatic\_unj



## Implementasi *Multivariate Regression* dan *Clustering Analysis* untuk Penilaian Kapabilitas *Intelligence* dan *Emotional Quotient (IQ-EQ)* Gen-Alpha dalam Mendukung Visi Indonesia Emas 2045

### 1. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Visi Indonesia Emas 2045 merupakan agenda strategis yang menargetkan Indonesia menjadi negara maju dengan sumber daya manusia (SDM) unggul sebagai pilar utamanya. Dalam menghadapi era globalisasi dan disruptif teknologi yang semakin masif, kualitas SDM menjadi faktor penentu daya saing bangsa (Sudarma, 2022). Tidak cukup hanya mengandalkan indikator ekonomi dan pendidikan konvensional, pengembangan SDM harus melibatkan pendekatan yang lebih menyeluruh (Rahman et al., 2024). Generasi Alpha, sebagai generasi yang akan memasuki usia produktif pada tahun 2045, menjadi fokus utama pembangunan jangka panjang (BSNP, 2020). Oleh karena itu, penting untuk memahami secara mendalam faktor-faktor yang membentuk kapabilitas generasi ini.

Pemerintah melalui Satuan Tugas Khusus (Satgas) Visi Indonesia Emas 2045 mendorong paradigma baru yaitu Pembangunan Manusia Holistik, yang tidak hanya menekankan *intelligence quotient* (IQ), tetapi juga *emotional quotient* (EQ). IQ mencerminkan kemampuan berpikir logis, literasi, dan pemecahan masalah, sementara EQ mencakup empati, regulasi emosi, dan ketangguhan mental (Lestari et al., 2024). Keduanya dipandang sebagai dua pilar utama yang saling menopang dan menentukan keberhasilan individu dalam menghadapi tantangan masa depan (Syahriyah, 2024). Namun dalam praktiknya, muncul dua pandangan besar, yaitu satu yang memfokuskan investasi pada peningkatan aspek kognitif melalui teknologi dan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), sementara lainnya lebih mengutamakan pembentukan karakter melalui interaksi sosial dan dukungan psikologis. Perbedaan sudut pandang ini menimbulkan dilema mendasar mengenai apakah IQ dan EQ dapat berkembang secara selaras atau justru saling mengorbankan satu sama lain.

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, Satgas menyusun sebuah survei nasional bernama Survei Kapabilitas Generasi Emas (SKGE) yang mengumpulkan data dari 100 anak Generasi Alpha. Survei ini mencakup beragam variabel seperti paparan teknologi pendidikan, partisipasi seni dan olahraga, gizi seimbang, kualitas interaksi orang tua, serta iklim belajar di sekolah. Variabel-variabel tersebut dirancang untuk merepresentasikan baik aspek kognitif maupun emosional anak. Dengan menggunakan data ini, dapat dilakukan analisis statistik untuk melihat hubungan antar





variabel dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap perkembangan IQ dan EQ. Hasil dari survei ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi perumusan kebijakan pembangunan SDM yang lebih seimbang dan terukur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel-variabel yang merepresentasikan IQ dan EQ, serta menganalisis pengaruh faktor-faktor eksternal terhadap keduanya menggunakan *multivariate regression analysis*. Selanjutnya, variabel yang terbukti signifikan akan dikelompokkan menggunakan *clustering analysis* untuk mendapatkan pola dan segmentasi yang relevan. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan *insight* mendalam mengenai bagaimana kebijakan pendidikan dan pengasuhan dapat dirancang agar mendukung perkembangan IQ dan EQ secara simultan. Penelitian ini juga berupaya menjembatani perdebatan antara faksi teknokrat dan humanis dengan menyajikan bukti empiris dari data SKGE. Selain itu, hasil penelitian diharapkan menjadi referensi penting bagi penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) yang berorientasi pada manusia.

## 1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat tiga tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini, antara lain:

- 1) Mengidentifikasi korelasi antar variabel dependen yang merepresentasikan *Intelligence Quotient* (IQ) dan *Emotional Quotient* (EQ).
- 2) Menganalisis pengaruh variabel independen terhadap IQ dan EQ melalui *multivariate regression analysis*.
- 3) Mengelompokkan variabel signifikan yang secara multivariat memengaruhi IQ dan EQ pada poin (2) dengan *clustering analysis*.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis data SKGE terhadap 100 anak Generasi Alpha, dengan IQ dan EQ sebagai variabel dependen serta paparan teknologi pendidikan, partisipasi seni-olahraga, gizi seimbang, interaksi orang tua, dan iklim belajar sebagai variabel independen. Analisis hanya mencakup korelasi IQ-EQ, pengaruh faktor eksternal melalui *multivariate regression*, dan pengelompokan variabel signifikan dengan *clustering*, serta bersifat *cross-sectional* sehingga tidak membahas aspek lain seperti *Spiritual Quotient* (SQ) maupun kondisi kesehatan fisik secara detail.

## 2. Tinjauan Pustaka

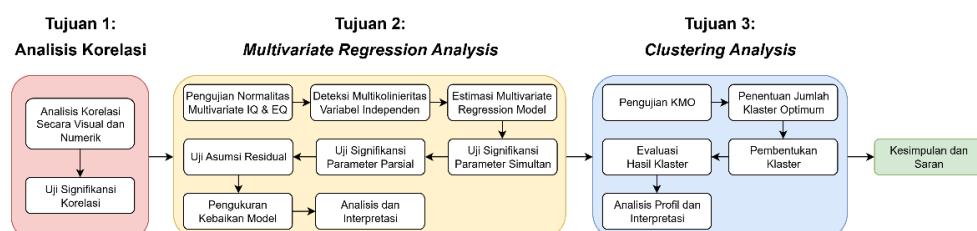
Penelitian yang menerapkan pendekatan statistik dan *machine learning* sudah banyak dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Penelitian terdahulu

Judul	Penulis	Metode	Hasil
Hubungan <i>Intelligence Quotient</i> (IQ) dan <i>Emotional Quotient</i> (EQ) terhadap Hasil Belajar Pendidikan Jasmani Siswa	Rosyada & Darmawan (2025)	Analisis korelasi Pearson	Tinggi rendahnya IQ dan EQ siswa tidak memengaruhi capaian belajar mereka dalam mata pelajaran pendidikan jasmani.
Pengaruh Perilaku <i>Bullying</i> terhadap Kecerdasan Emosional (EQ) pada Siswa di SDN Betro Mojokerto	Yeni (2023)	Regressi linear sederhana	Perilaku <i>bullying</i> berpengaruh signifikan terhadap kecerdasan emosional (EQ) siswa sekolah dasar, dengan kontribusi sebesar 17%, sedangkan 83% lainnya dipengaruhi oleh faktor di luar model.
Pemodelan Regresi Multivariat pada Penentuan Faktor-Faktor yang Berpengaruh Signifikan terhadap Kesejahteraan (PAD dan PDRB) Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015	Rahayu et al. (2020)	Multivariate regression	Pajak daerah dan jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap kesejahteraan daerah (PAD dan PDRB) di Jawa Tengah tahun 2015 dengan $\eta^2 = 0,9845$ .
EQ and IQ Based Classification of Intelligent Index (S-Quotient) using K-Means	Mouneshac hari et al. (2016)	K-Means clustering	Kelompok usia $\geq 20$ tahun memiliki EQ dan IQ yang lebih tinggi daripada kelompok $< 20$ tahun, dengan distribusi paling besar pada klaster "Success" (IQ dominan). Data berhasil dikelompokkan menjadi empat klaster: Survive, Success, Satisfied, dan Supreme.

## 3. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan utama yang terdiri dari analisis korelasi, *multivariate regression analysis*, dan *clustering analysis*. Pengolahan data dalam penelitian ini memanfaatkan *Google Colab* dengan bahasa Python 3 dan R. Secara umum, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan penelitian



## Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data SKGE terhadap 100 anak Generasi Alpha, dengan rincian variabel pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Variabel penelitian

Variabel	Deskripsi	Jenis	Tipe Data
Skor_Kognitif_Terstandarisasi (IQ)	Skor gabungan dari serangkaian tes yang mengukur kemampuan logika, pemecahan masalah, dan literasi sains. (Skala 0-100).	Variabel Dependen ( $Y_1$ )	Numerik
Indeks_Kematangan_Karakter (EQ)	Indeks komposit yang diukur melalui observasi psikologis dan kuesioner multi-rater (guru, orang tua, teman sebaya), mencakup indikator seperti kegigihan, regulasi emosi, dan empati. (Skala 0-100).	Variabel Dependen ( $Y_2$ )	Numerik
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	Indeks yang mengukur intensitas dan kualitas penggunaan gawai dan platform digital untuk pembelajaran. (Skala 0-10).	Variabel Independen ( $X_1$ )	Numerik
Partisipasi_Seni_Olahraga	Variabel dummy (1 jika anak aktif berpartisipasi dalam kegiatan seni atau olahraga terstruktur minimal 3 jam/minggu; 0 jika tidak).	Variabel Independen ( $X_2$ )	Kategorik
Indeks_Gizi_Seimbang	Skor kualitas asupan gizi anak, dengan penekanan pada mikronutrien yang penting untuk perkembangan otak. (Skala 1-10).	Variabel Independen ( $X_3$ )	Numerik
Kualitas_Interaksi_OrangTua	Skor yang mengukur kualitas waktu yang dihabiskan orang tua bersama anak, bukan hanya kuantitasnya (misal: dialog mendalam, keterlibatan dalam hobi). (Skala 1-10).	Variabel Independen ( $X_4$ )	Numerik
Iklim_Belajar_Sekolah	Indeks persepsi siswa terhadap keamanan, dukungan guru, dan tingkat perundungan di sekolahnya. (Skala 1-10).	Variabel Independen ( $X_5$ )	Numerik

## Analisis Korelasi

Tahapan awal penelitian ini dimulai dengan analisis korelasi antara variabel IQ dan EQ untuk mengetahui hubungan yang terbentuk di antara kedua variabel dependen tersebut. Analisis ini dilakukan secara visual melalui scatter plot dan heatmap, serta secara numerik menggunakan korelasi *Pearson*. Uji signifikansi korelasi bertujuan untuk menguji apakah terdapat hubungan linear yang bermakna secara statistik antara IQ dan EQ, sebagai dasar dalam melihat keterkaitan antar aspek kognitif dan emosional pada anak Generasi Alpha. Uji signifikansi korelasi dilakukan dengan uji *Barlett's Sphericity* (Rahayu *et al.*, 2020).





## ***Multivariate Regression Analysis***

Setelah hubungan antara IQ dan EQ dianalisis, tahap selanjutnya adalah menguji pengaruh faktor-faktor eksternal terhadap kedua variabel dependen tersebut secara simultan menggunakan pendekatan *multivariate regression* (Gujarati, 2003). Persamaan model regresi multivariat yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (1) dengan  $\beta_{k0}$ ,  $\beta_{kj}$ ,  $\varepsilon_k$  berturut-turut merupakan konstanta, koefisien variabel  $X_j$ , dan *error* pada model  $Y_k$ , di mana  $k = 1,2$  dan  $j = 1,2,3,4,5$ .

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_{10} + \beta_{11}X_1 + \beta_{12}X_2 + \beta_{13}X_3 + \beta_{14}X_4 + \beta_{15}X_5 + \varepsilon_1 \\ Y_2 &= \beta_{20} + \beta_{21}X_1 + \beta_{22}X_2 + \beta_{23}X_3 + \beta_{24}X_4 + \beta_{25}X_5 + \varepsilon_2 \end{aligned} \quad (1)$$

Tahapan ini mencakup beberapa langkah penting. Pertama, dilakukan pengujian asumsi normalitas multivariat untuk IQ dan EQ untuk menguji kelayakan penggunaan model regresi multivariat. Pengujian asumsi normalitas multivariat dilakukan dengan signifikansi koefisien korelasi plot *chi-square* (Johnson dan Wichern, 2007) dan uji *Jarque-Berra* (Gujarati, 2003).

Kedua, dilakukan deteksi multikolinearitas antar variabel independen untuk menjamin bahwa tidak terdapat hubungan linear tinggi yang dapat mengganggu estimasi parameter. Pendekripsi multikolinieritas dapat dilakukan dengan *Variance Inflation Factor* (VIF) yang dihitung untuk setiap variabel  $X_j$  dengan rumus pada persamaan (2) di mana  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi dari regresi variabel  $X_j$  terhadap variabel independen lainnya. Nilai VIF yang lebih besar dari 5 mengidentifikasi adanya multikolinieritas yang tinggi sehingga dapat mengeliminasi variabel yang memiliki multikolinieritas tinggi tersebut (Kim, 2019).

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (2)$$

Ketiga, dilakukan estimasi model regresi serta uji signifikansi parameter secara simultan dan parsial dengan *Wilks' Lambda*, uji *F*, dan uji *T* (Gujarati, 2003). Selanjutnya, dilakukan pengujian asumsi residual untuk memastikan kelayakan model regresi yang meliputi uji multivariat normalitas dengan uji *Jarque-Berra*, uji homoskedastisitas dengan uji *Glejser*, dan uji non-autokorelasi dengan uji *Durbin Watson* (Gujarati, 2003).

Kemudian, dilakukan pengukuran kebaikan model dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan *eta square lambda* ( $\eta^2$ ) dengan rumus berturut-turut pada persamaan (3) dan (4). Koefisien determinasi menunjukkan proporsi total variasi pada variabel dependen yang dapat dijelaskan secara simultan oleh variabel-variabel independen dalam model regresi (Gujarati, 2003). Sementara itu, *eta square lambda* digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen





secara multivariat (Smith, 1972). Terakhir, dilakukan analisis dan interpretasi hasil regresi untuk memahami pengaruh masing-masing faktor terhadap IQ dan EQ.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{residual}}{SS_{total}} \quad (3)$$

$$\eta^2 = \frac{SS_{efek}}{SS_{total}} \quad (4)$$

di mana  $SS_{residual}$  adalah *sum of squares Residual*, yaitu jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi dari model,  $SS_{total}$  adalah *total sum of squares*, yaitu jumlah kuadrat selisih antara nilai aktual dan rata-rata nilai aktual,  $SS_{efek}$  adalah *sum of squares effect*, yaitu jumlah kuadrat yang disebabkan oleh efek atau faktor tertentu.

### Clustering Analysis

Setelah diperoleh variabel-variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap IQ dan/atau EQ, dilakukan analisis pengelompokan (*clustering*) untuk mengelompokkan responden berdasarkan kemiripan profil pada faktor-faktor signifikan tersebut. Tahapan ini diawali dengan pengujian *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) untuk memastikan kelayakan data dilakukan reduksi variabel sebelum dilakukan *clustering* (Putra *et al*, 2021). Setelah itu, dilanjutkan proses *clustering*. Namun, karena data yang digunakan merupakan data campuran antara variabel kategorik dan numerik, maka penghitungan jarak perlu ditangani dengan jarak *Gower* (Akay dan Yuksel, 2018). Rumus jarak *Gower* ditunjukkan pada persamaan (5) dengan  $w_k$  merupakan bobot untuk variabel  $k$ . Dalam penelitian ini, bobot tiap variabel dianggap sama sehingga  $w_k = 1$ . Kemudian,  $d_k(i, j)$  merupakan jarak antar observasi di variabel  $k$  dengan  $d_k(i, j) = \frac{|x_{i,k} - x_{j,k}|}{\max(x_k) - \min(x_k)}$  untuk variabel numerik, sedangkan untuk variabel kategorik dihitung dengan  $d(i, j) = 0$  jika  $x_{i,k} = x_{j,k}$  dan  $d(i, j) = 1$  jika  $x_{i,k} \neq x_{j,k}$ .

$$D(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^p w_k d_k(i, j)}{\sum_{k=1}^p w_k} \quad (5)$$

Untuk menentukan jumlah klaster optimum, dilakukan analisis berbasis kurva Elbow didukung dengan *Calinski-Harabasz Index*, yang mana grafik *Calinski-Harabasz Index* terhadap berbagai jumlah klaster dianalisis untuk menemukan jumlah klaster dengan nilai *Calinski-Harabasz Index* tertinggi (Rahmati, 2021). Tahapan ini memastikan bahwa klaster yang dihasilkan memiliki pemisahan antar klaster yang baik serta kepadatan internal yang tinggi, sehingga klasternya optimal dan stabil. Algoritma *clustering* yang digunakan merupakan algoritma yang dapat menangani data campuran tipe kategorik maupun numerik (Tobin & Zhang, 2020). Algoritma *clustering* tersebut meliputi *K-Prototypes*, *Adaptive K-Means* (AD *K-Means*), dan *K-Medoids* menggunakan jarak





Gower. *K-Prototypes* menggeneralisasi *K-Means* untuk data campuran dengan mengombinasikan jarak numerik dan kategorikal, serta menggunakan bobot khusus agar atribut kategorikal berkontribusi seimbang. Kemudian, AD *K-Means* adalah varian *K-Means* yang menggabungkan jarak *Euclidean* untuk atribut numerik dengan jarak indikator (0-1) untuk atribut kategorikal, membentuk prototipe campuran yang memperhitungkan kedua tipe atribut. Terakhir, *K-Medoids* adalah varian yang memilih titik data sebenarnya sebagai pusat klaster.

Selanjutnya, hasil klaster dievaluasi menggunakan metrik seperti *Silhouette Score*, *Davies-Bouldin Index*, dan *Calinski-Harabasz Index* (Ashari et al, 2023). Rumus metrik *Silhouette Score*, *Davies-Bouldin Index*, dan *Calinski-Harabasz Index* secara berturut-turut ditunjukkan persamaan (6), (7), dan (8) di mana  $a(i)$  adalah rata-rata jarak Gower antar data  $i$  dengan anggota dalam klaster sama,  $b(i)$  adalah rata-rata jarak Gower data  $i$  ke klaster terdekat lainnya,  $s_i$  adalah rata-rata jarak Gower intra-klaster untuk klaster  $i$ .  $d_{ij}$  adalah jarak Gower antar *centroid* klaster  $i$  dan  $j$ ,  $SS_B$  adalah jumlah kuadrat jarak Gower antar klaster, dan  $SS_W$  adalah jumlah kuadrat jarak Gower intra klaster.

$$S(i) = \frac{b(i)-a(i)}{\max(a(i),b(i))} \quad (6)$$

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{j \neq i} \frac{s_i+s_j}{d_{ij}} \quad (7)$$

$$CH = \frac{SS_B/(k-1)}{SS_W/(n-1)} \quad (8)$$

Algoritma dengan performa terbaik yaitu dipilih berdasarkan metrik evaluasi. Kemudian, dilakukan analisis profil dan interpretasi di masing-masing klaster untuk memperoleh karakteristik khas dari tiap kelompok anak berdasarkan variabel signifikan tersebut. Analisis profil dilakukan dengan visualisasi *box-plot* untuk variabel numerik dan visualisasi *bar chart* untuk variabel kategorik. Selain itu, juga dilakukan uji t untuk mengetahui variabel yang secara signifikan menjadi pembeda antar klaster.

#### 4. Pembahasan

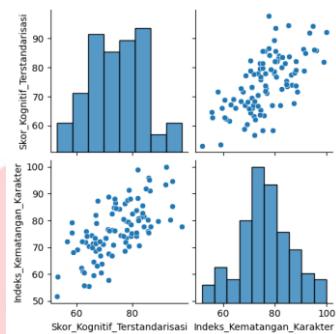
Penelitian ini menerapkan tiga metode analisis, yaitu analisis korelasi, *multivariate regression*, dan *clustering analysis*. Berikut pembahasan dari hasil pengolahan data berdasarkan ketiga metode tersebut.

##### **Korelasi antara Intelligence Quotient (IQ) dan Emotional Quotient (EQ)**

Penelitian ini memulai analisis dengan mengidentifikasi hubungan antara Skor Kognitif Terstandarisasi (IQ) dan Indeks Kematangan Karakter (EQ), yang merupakan



dua variabel dependen utama. Secara visual, scatter plot pada Gambar 2 menunjukkan adanya tren positif yang jelas, di mana peningkatan pada skor IQ cenderung diikuti oleh peningkatan pada indeks EQ. Gambar 2 ini diperkuat dengan perhitungan numerik, yang menghasilkan koefisien korelasi *Pearson* sebesar 0,65. Nilai ini mengindikasikan adanya hubungan linear positif yang kuat antara kecerdasan kognitif dan kematangan emosional pada sampel anak Generasi Alpha yang diteliti. Temuan ini penting sebagai dasar untuk memahami keterkaitan antara aspek kognitif dan emosional.



**Gambar 2.** Scatter plot dan histogram Skor Kognitif Terstandarisasi (IQ) dan Indeks Kematangan Karakter (EQ)

Untuk memastikan bahwa korelasi yang teridentifikasi secara numerik ini signifikan secara statistik, dilakukan uji *Bartlett's Sphericity*. Hasil uji menunjukkan nilai *Chi-square* sebesar 53,2170 dengan nilai *p-value* 0,0000. Karena nilai *p-value* yang sangat kecil (0,0000) ini jauh di bawah taraf signifikansi 0,05, hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menyatakan tidak ada korelasi antar variabel ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa korelasi antara IQ dan EQ sebesar 0,65 adalah signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa hubungan positif yang kuat antara kedua variabel ini bukan terjadi secara kebetulan. Validitas statistik ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan ke tahap analisis regresi multivariat guna menganalisis pengaruh faktor-faktor eksternal terhadap IQ dan EQ secara simultan.

### **Pengaruh Variabel Independen terhadap IQ dan EQ dengan Regresi Multivariat**

Tahap awal pada pemodelan *multivariate regression* adalah menguji normalitas multivariat pada variabel dependen yang menghasilkan *p-value* 0,6552, sehingga lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Ini menunjukkan bahwa data variabel dependen berdistribusi normal secara multivariat (terpenuhi). Berikutnya, seluruh variabel independen dilakukan pengecekan multikolinearitas agar memastikan tidak terdapat korelasi kuat antar variabel independen yang dapat memengaruhi ketabilan estimasi



model. Tabel 3 menyajikan hasil pengecekan multikolinearitas pada masing-masing variabel independen dengan VIF.

**Tabel 3.** Pengecekan multikolinearitas dengan VIF

Variabel Independen	Nilai VIF
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	1.0488
Partisipasi_Seni_Olahraga	1.0471
Indeks_Gizi_Seimbang	1.0186
Kualitas_Interaksi_OrangTua	1.0342
Iklim_Belajar_Sekolah	1.0208

Berdasarkan Tabel 3, nilai VIF pada seluruh variabel independen  $< 5$  menandakan tidak adanya gejala multikolinearitas. Setelah semua syarat terpenuhi, analisis selanjutnya dilakukan pemodelan regresi multivariat antara variabel independen terhadap IQ (Skor\_Kognitif\_Terstandarisasi) dan EQ (Indeks\_Kematangan\_Karakter). Berikutnya dilakukan estimasi parameter model regresi multivariat yang ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil pemodelan regresi multivariat

Dependen ( $Y_1$ ): Skor_Kognitif_Terstandarisasi (IQ)			
Variabel Independen	Koefisien	Std. error	p-value
Intersep	36,5365	3,201	0,000*
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	2,1575	0,212	0,000*
Partisipasi_Seni_Olahraga	-2,4632	1,200	0,043*
Indeks_Gizi_Seimbang	2,0674	0,267	0,000*
Kualitas_Interaksi_OrangTua	0,3218	0,243	0,189
Iklim_Belajar_Sekolah	1,8135	0,294	0,000*
Dependen ( $Y_2$ ): Indeks_Kematangan_Karakter (EQ)			
Variabel Independen	Koefisien	Std. error	p-value
Intersep	37,9410	3,817	0,000*
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	0,4021	0,253	0,115
Partisipasi_Seni_Olahraga	3,3901	1,431	0,020*
Indeks_Gizi_Seimbang	1,1538	0,318	0,000*
Kualitas_Interaksi_OrangTua	1,9977	0,290	0,000*
Iklim_Belajar_Sekolah	2,3205	0,351	0,000*

Keterangan: Tanda \* signifikan pada  $\alpha = 5\%$

### a. Pengujian Signifikansi Paramater Secara Simultan

Pengujian signifikansi model regresi multivariat dengan uji Wilk's Lambda menghasilkan p-value sebesar 0,0152, yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa secara simultan, keseluruhan variabel prediktor dalam model berpengaruh signifikan secara multivariat terhadap variabel dependen. Selanjutnya,



pengujian signifikansi simultan secara univariat dengan uji  $F$  menunjukkan bahwa persamaan pertama ( $Y_1$ ) memiliki  $p\text{-value}$  sebesar  $4,14 \times 10^{-22}$ , sedangkan persamaan kedua ( $Y_2$ ) memiliki  $p\text{-value}$  sebesar  $7,30 \times 10^{-16}$ , lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa secara simultan, variabel-variabel independen yang digunakan secara simultan univariat berpengaruh signifikan terhadap IQ maupun EQ.

### b. Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial

Pengujian signifikansi parameter secara parsial multivariat dengan uji *Wilk's Lambda* disajikan pada Tabel 5. Pada Tabel 5, seluruh variabel independen menghasilkan  $p\text{-value}$  sebesar  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing variabel independen, yaitu Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan, Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, Kualitas\_Interaksi\_OrangTua, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah, secara parsial berpengaruh signifikan terhadap paling tidak salah satu variabel dependen dalam model multivariat.

**Tabel 5.** Hasil uji signifikansi secara parsial multivariat

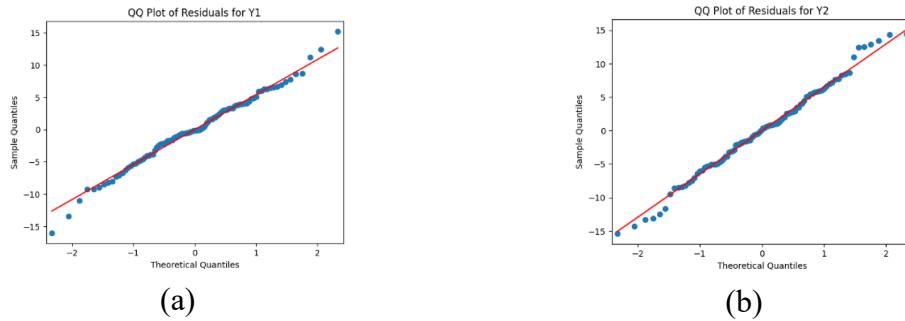
Variabel Independen	p-value	Keputusan
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	0,000	Tolak $H_0$
Partisipasi_Seni_Olahraga	0,000	Tolak $H_0$
Indeks_Gizi_Seimbang	0,000	Tolak $H_0$
Kualitas_Interaksi_OrangTua	0,000	Tolak $H_0$
Iklim_Belajar_Sekolah	0,000	Tolak $H_0$

Pengujian signifikansi parameter secara parsial univariat ditunjukkan pada Tabel 4 kolom  $p\text{-value}$ . Pada persamaan pertama ( $Y_1$ ), variabel Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan, Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah berpengaruh signifikan terhadap Skor\_Kognitif\_Terstandarisasi (IQ) yang ditandai dengan  $p\text{-value} < 0,05$ . Sedangkan pada persamaan kedua ( $Y_2$ ), variabel Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, Kualitas\_Interaksi\_OrangTua, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah berpengaruh signifikan terhadap Indeks\_Kematangan\_Karakter (EQ) yang juga ditandai dengan  $p\text{-value} < 0,05$ .

### c. Pengujian Asumsi Residual

Berdasarkan hasil pengujian asumsi residual, diperoleh bahwa residual model memenuhi asumsi normalitas, homoskedastisitas, dan non-autokorelasi. Uji normalitas residual multivariat menunjukkan  $p\text{-value}$  sebesar 0,7780, sedangkan uji normalitas residual untuk masing-masing variabel dependen ( $Y_1$  dan  $Y_2$ ) memberikan  $p\text{-value}$  sebesar 0,8708 dan 0,6808. Karena seluruh  $p\text{-value}$  lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, dapat disimpulkan bahwa residual terdistribusi normal (Gambar 3).





**Gambar 3.** QQ plot residual model  $Y_1$  (a) dan  $Y_2$  (b)

Selanjutnya, uji homoskedastisitas menggunakan uji *Glejser* menghasilkan *p-value* 0,3974 untuk model pertama dan 0,6232 untuk model kedua, yang menunjukkan tidak adanya gejala heteroskedastisitas pada kedua model. Terakhir, uji non-autokorelasi dengan *Durbin-Watson* menunjukkan *p-value* sebesar 0,6098 pada model pertama dan 0,3769 pada model kedua, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat masalah autokorelasi pada residual model.

#### d. Pengukuran Kebaikan Model

Ukuran kebaikan model dapat diukur menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk model univariat dan *eta square lambda* ( $\eta_\lambda^2$ ) untuk model multivariat. Secara univariat, nilai  $R^2$  untuk model  $Y_1$  (Skor\_Kognitif\_Terstandarisasi) sebesar 68,44%, yang berarti variabel-variabel prediktor pada model mampu menjelaskan 68,44% proporsi variasi pada skor kognitif terstandarisasi, sementara sisanya sebesar 31,56% dijelaskan oleh faktor lain di luar model. Sementara itu, pada model  $Y_2$  (Indeks\_Kematangan\_Karakter) diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 56,90%, yang menunjukkan bahwa variabel-variabel prediktor tersebut dapat menjelaskan 56,90% proporsi variasi pada indeks kematangan karakter, sementara sisanya sebesar 43,10% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Secara multivariat, kedua model tersebut menghasilkan nilai  $\eta_\lambda^2$  sebesar 87,35%, yang berarti variabel-variabel prediktor dapat menjelaskan 87,35% proporsi informasi variabilitas simultan dari kedua variabel respon dalam model regresi multivariat. Nilai  $\eta_\lambda^2$  yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa model yang terbentuk merupakan model yang baik (Rahayu, 2020).

#### e. Interpretasi Variabel Signifikan

Pada model  $Y_1$  (Skor\_Kognitif\_Terstandarisasi), terdapat empat variabel yang signifikan memengaruhi skor kognitif, yaitu Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan, Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah. Berikut interpretasi signifikansi variabel signifikan pada model  $Y_1$ :





- Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan memiliki koefisien sebesar 2,1575 berarti setiap peningkatan satu satuan pajanan teknologi pendidikan akan meningkatkan skor kognitif sebesar 2,1575 poin, dengan asumsi variabel lain tetap. Akses terhadap teknologi pendidikan dapat memperkaya sumber belajar siswa dan mempercepat pemahaman kognitif.
- Partisipasi\_Seni\_Olahraga berpengaruh negatif signifikan dengan koefisien -2,4632 menunjukkan peningkatan partisipasi dalam seni dan olahraga justru menurunkan skor kognitif sebesar 2,4632 poin. Alokasi waktu yang berlebihan pada aktivitas non-akademik dapat mengurangi waktu belajar sehingga berdampak pada skor kognitif.
- Indeks\_Gizi\_Seimbang berpengaruh positif signifikan dengan koefisien 2,0674 artinya semakin baik status gizi, skor kognitif akan naik sebesar 2,0674 poin. Asupan gizi yang baik sangat penting dalam mendukung pertumbuhan sel otak dan fungsi kognitif optimal.
- Iklim\_Belajar\_Sekolah signifikan dengan koefisien 1,8135 berarti semakin kondusif iklim belajar di sekolah, maka skor kognitif akan meningkat sebesar 1,8135 poin. Teori ekologi pendidikan menyebutkan bahwa lingkungan belajar yang mendukung dapat memaksimalkan potensi akademik siswa.

Pada model  $Y_2$  (Indeks\_Kematangan\_Karakter), terdapat empat variabel yang signifikan, yaitu Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, Kualitas\_Interaksi\_OrangTua, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah. Berikut interpretasi signifikansi variabel signifikan pada model  $Y_2$ :

- Partisipasi\_Seni\_Olahraga memiliki koefisien 3,3901 berarti semakin tinggi partisipasi siswa dalam seni dan olahraga, indeks kematangan karakter akan meningkat sebesar 3,3901 poin. Berdasarkan teori pendidikan karakter, keterlibatan dalam kegiatan seni dan olahraga dapat melatih disiplin, kerja sama, dan kontrol emosi yang memperkuat aspek karakter.
- Indeks\_Gizi\_Seimbang berpengaruh signifikan dengan koefisien 1,1538 menunjukkan semakin baik status gizi, indeks kematangan karakter akan naik sebesar 1,1538 poin. Secara teori, kondisi kesehatan fisik yang baik dari gizi seimbang turut memengaruhi stabilitas emosi dan perilaku sosial anak.
- Kualitas\_Interaksi\_OrangTua signifikan dengan koefisien 1,9977 artinya semakin berkualitas interaksi orang tua dengan anak, indeks kematangan karakter akan meningkat sebesar 1,9977 poin. Teori *attachment* menekankan bahwa pentingnya pola asuh positif dalam membentuk karakter dan kecerdasan emosional anak.

- Iklim\_Belajar\_Sekolah memiliki koefisien 2,3205 berarti semakin kondusif iklim belajar di sekolah, indeks kematangan karakter akan meningkat sebesar 2,3205 poin. Lingkungan sekolah yang mendukung dapat memfasilitasi internalisasi nilai-nilai moral dan sosial pada siswa.

### **Pengelompokan Variabel Signifikan pada Pemodelan Regresi Multivariat**

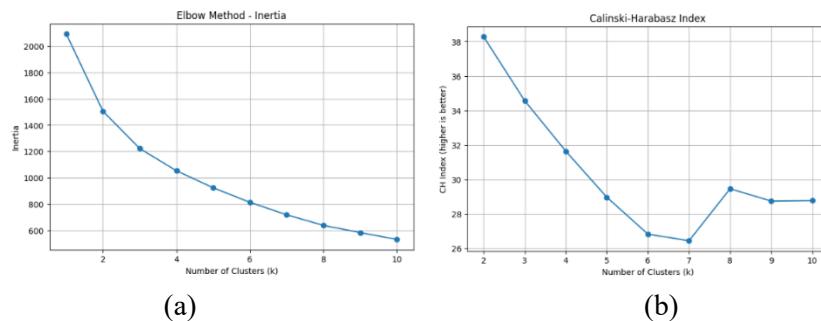
Pada analisis ini, variabel yang digunakan adalah seluruh variabel yang signifikan memengaruhi IQ dan EQ secara simultan multivariat, yaitu Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan, Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, Kualitas\_Interaksi\_OrangTua, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah. Metode *clustering* yang digunakan disesuaikan dengan jenis variabel yang digunakan, yaitu campuran (numerik dan kategorik), sehingga metode yang cocok untuk digunakan adalah *K-Prototype*, *Adaptive K-Means* (AD *K-Means*), dan *K-Medoids*.

#### **a. Pengujian KMO**

Dalam tahapan analisis *clustering*, langkah awal yang krusial adalah melakukan Pengujian *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO). Pengujian KMO bertujuan untuk memastikan kelayakan data untuk dilakukan reduksi variabel sebelum proses *clustering*. Nilai KMO yang diperoleh adalah 0,545. Nilai KMO di bawah 0,6 mengindikasikan bahwa tidak terdapat struktur hubungan yang cukup kuat antar variabel untuk dilakukan reduksi variabel sebelum pembentukan klaster, sehingga proses reduksi variabel tidak perlu dilakukan. Hasil ini juga didukung dengan pengecekan multikolinieritas pada Tabel 3 sebelumnya yang menunjukkan nilai  $VIF < 5$  untuk seluruh variabel independen yang signifikan.

#### **b. Penentuan Jumlah Klaster Optimum**

Selanjutnya, identifikasi jumlah klaster optimum dilakukan menggunakan kurva *Elbow* dan pendekatan *Calinski Harabasz Index*. Gambar 4 menyajikan kurva *Elbow* yang menunjukkan penurunan inersia paling signifikan pada saat dua klaster. Hasil ini didukung dengan penghitungan dan visualisasi *Calinski Harabasz Index* yang menunjukkan bahwa jumlah klaster optimum adalah sebanyak dua klaster. Pemilihan dua klaster sebagai solusi optimum mengindikasikan adanya dua kelompok utama dengan karakteristik yang berbeda pada variabel-variabel yang signifikan memengaruhi IQ atau EQ. Hal ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan proses analisis klasterisasi dengan fokus pada dua kelompok tersebut.



**Gambar 4.** Pemilihan jumlah klaster optimum dengan kurva Elbow (a) dan pendekatan *Calinski Harabasz Index* (b)

### c. Pembentukan Klaster dan Evaluasi Hasil Klaster

Untuk memastikan keakuratan dan validitas klaster yang terbentuk pada kedua kategori variabel, dilakukan inspeksi terhadap beberapa algoritma klasterisasi, yaitu *K-Prototypes*, *Adaptive K-Means* (AD *K-Means*), dan *K-Medoids*. Penggunaan berbagai algoritma ini bertujuan untuk membandingkan performa klasterisasi dan memilih model terbaik berdasarkan berbagai kriteria evaluasi, yang pada penelitian ini adalah *Silhouette Score*, *Davies-Bouldin Index*, dan *Calinski-Harabasz Index*. Hasil inspeksi dan perbandingan performa dari keempat model klasterisasi tersebut kemudian dirangkum dalam Tabel 6.

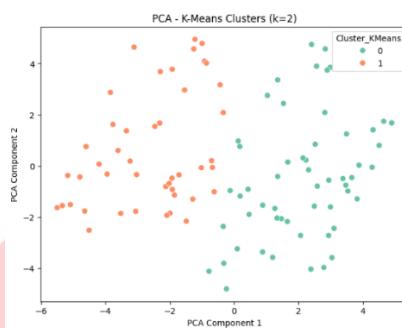
**Tabel 6.** Perbandingan hasil evaluasi algoritma pembentuk klaster

Algoritma	<i>Silhouette Score</i>	<i>Davies-Bouldin Index</i>	<i>Calinski-Harabasz Index</i>
<i>K-Prototypes</i>	0,199818	1,551491	37,849196
<i>Adaptive K-Means</i>	<b>0,202731</b>	<b>1,547757</b>	<b>37,850203</b>
<i>K-Medoids</i>	0,099050	2,524275	14,347553

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap performa klasterisasi, diketahui bahwa AD *K-Means* menunjukkan hasil yang paling unggul dibandingkan dengan model lainnya. Model ini mencatatkan *Silhouette Score* tertinggi, yang menunjukkan pemisahan antar klaster yang baik dengan tingkat homogenitas yang tinggi di dalam setiap klaster. Selain itu, *Davies-Bouldin Index* yang dihasilkan oleh model ini adalah yang paling rendah, mengindikasikan bahwa klaster yang terbentuk memiliki jarak yang signifikan satu sama lain, sekaligus memperlihatkan struktur klaster yang solid. Tidak hanya itu, model AD *K-Means* juga memiliki nilai *Calinski-Harabasz Index* tertinggi, yang menegaskan bahwa variansi antar klaster jauh lebih besar dibandingkan variansi di dalam klaster, memberikan indikasi bahwa model ini mampu memaksimalkan separasi antar klaster secara optimal. Hal ini menunjukkan bahwa AD *K-Means* mampu beradaptasi dengan baik terhadap karakteristik data dan menjadikannya model yang paling cocok untuk kasus



ini. Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi yang komprehensif tersebut, model *Adaptive K-Means* (*AD K-Means*) ditetapkan sebagai model klaster terbaik yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Kemudian untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas, visualisasi hasil klasterisasi yang dihasilkan oleh *AD K-Means* disajikan pada Gambar 5. Visualisasi ini menggambarkan pola distribusi data pada masing-masing klaster yang terbentuk.



**Gambar 5.** Visualisasi hasil klaster

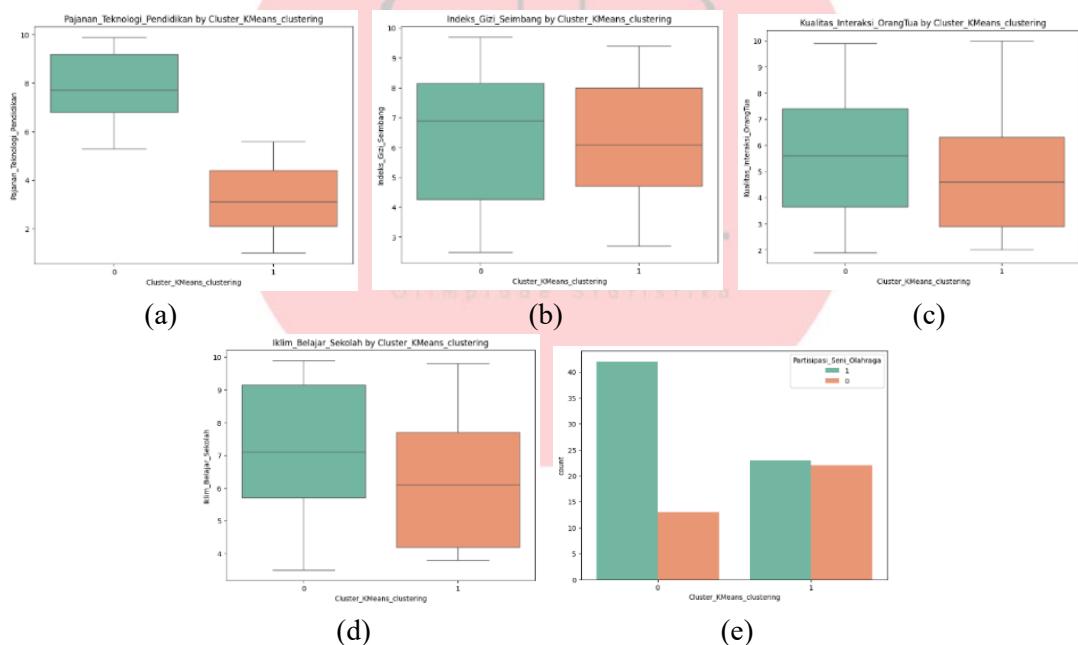
#### d. Analisis Profil dan Interpretasi

Untuk memahami lebih dalam karakteristik unik dari setiap klaster yang terbentuk, dilakukan proses *profiling* melalui analisis mendalam terhadap pola-pola nilai pada variabel-variabel yang signifikan memengaruhi IQ atau EQ. *Profiling* klaster bertujuan tidak hanya untuk menggali perbedaan signifikan antara klaster-klaster, tetapi juga untuk memberikan identitas yang jelas dan deskriptif bagi masing-masing klaster, sehingga memungkinkan interpretasi yang lebih bermakna terkait kondisi atau karakteristik yang diwakili oleh setiap klaster. Analisis ini melibatkan pengamatan distribusi nilai pada variabel pembeda melalui visualisasi *boxplot*, untuk menangkap sifat-sifat unik dari setiap klaster. Dengan cara ini, profil setiap klaster dapat didefinisikan berdasarkan pola-pola sebaran nilai pada variabel-variabel penyusunnya. Hasil dari uji t dua sampel independen, yang mencakup daftar variabel pembeda dan tingkat signifikansinya, disajikan secara rinci pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Rata-rata variabel tiap klaster dan hasil uji t dua sampel indenpen

Variabel	Rata-rata Klaster 0	Rata-rata Klaster 1	t-value	p-value
Pajanan_Teknologi_Pendidikan	7,8345	3,1289	17,11	0,00
Indeks_Gizi_Seimbang	6,4873	6,2911	0,46	0,64
Kualitas_Interaksi_OrangTua	5,7200	5,0378	1,45	0,15
Iklim_Belajar_Sekolah	7,2455	6,1933	2,81	0,01

Berdasarkan Tabel 7, klaster 0 dicirikan oleh Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan yang sangat tinggi dengan rata-rata 7,8345 dan  $p\text{-value}$  0,00. Hasil pengujian ini menunjukkan perbedaan yang signifikan. Gambar 6 juga mengkonfirmasi bahwa skor pajanan teknologi pendidikan untuk klaster ini tinggi dan terdistribusi padat di sekitar nilai rata-rata yang tinggi. Klaster 0 juga menunjukkan Iklim\_Belajar\_Sekolah yang tinggi dengan rata-rata 7,2455 dan  $p\text{-value}$  0,01. Hasil ini menandakan lingkungan belajar yang sangat kondusif pada klaster 0 berbeda signifikan dengan klaster 1. Selain itu, dari bar chart Partisipasi\_Seni\_Olahraga, mayoritas responden dalam klaster ini aktif berpartisipasi dalam kegiatan seni atau olahraga, yang berkorelasi positif dengan perkembangan EQ. Meskipun Indeks\_Gizi\_Seimbang dan Kualitas\_Interaksi\_OrangTua tidak secara signifikan membedakan klaster ini, nilai rerata keduanya masih tergolong baik. Anak-anak dalam klaster ini cenderung memiliki akses dan penggunaan teknologi pendidikan yang optimal, berada dalam lingkungan belajar yang mendukung, serta aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler.



**Gambar 6.** Box-plot antar klaster variabel numerik, meliputi Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan (a), Indeks\_Gizi\_Seimbang (b), Kualitas\_Interaksi\_OrangTua (c), dan Iklim\_Belajar\_Sekolah (d), serta bar chart antar klaster variabel kategorik Partisipasi\_Seni\_Olahraga (e)

Sementara itu, klaster 1 menunjukkan karakteristik yang kontras dengan klaster 0. Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan sangat rendah dengan rata-rata 3,1289, mengindikasikan bahwa kelompok ini memiliki paparan teknologi pendidikan yang jauh lebih minim.



Selain itu, Iklim\_Belajar\_Sekolah pada klaster ini lebih rendah dengan rata-rata 6,1933, menunjukkan persepsi lingkungan belajar yang kurang mendukung. Partisipasi dalam seni dan olahraga pada klaster ini juga cenderung lebih seimbang antara yang aktif dan tidak aktif, atau bahkan proporsi yang tidak aktif sedikit lebih banyak, seperti terlihat dari bar chart di Gambar 6. Indeks\_Gizi\_Seimbang dan Kualitas\_Interaksi\_OrangTua tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antar klaster. Dengan demikian, anak-anak di klaster ini cenderung mengalami keterbatasan dalam akses teknologi pendidikan dan lingkungan belajar di sekolah yang kurang optimal.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi hubungan dan faktor-faktor yang memengaruhi kapabilitas IQ dan EQ pada Generasi Alpha, serta mengelompokkan karakteristik responden berdasarkan variabel-variabel signifikan. Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif yang kuat dan signifikan antara IQ dan EQ, mengindikasikan bahwa kedua aspek ini cenderung berkembang secara selaras. Melalui *multivariate regression analysis*, diperoleh Pajanan\_Teknologi\_Pendidikan, Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah berpengaruh signifikan terhadap IQ. Sementara itu, variabel Partisipasi\_Seni\_Olahraga, Indeks\_Gizi\_Seimbang, Kualitas\_Interaksi\_OrangTua, dan Iklim\_Belajar\_Sekolah secara signifikan memengaruhi EQ. Pengelompokan responden dengan algoritma *Adaptive K-Means* menghasilkan dua klaster, yaitu klaster 0 yang memiliki paparan teknologi pendidikan dan iklim belajar sekolah yang tinggi serta partisipasi aktif dalam seni/olahraga, dan klaster 1 yang dicirikan oleh paparan teknologi pendidikan dan iklim belajar sekolah yang lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor eksternal memainkan peran penting dalam pembentukan IQ dan EQ, serta terdapat perbedaan karakteristik di antara anak-anak Generasi Alpha.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan beberapa hal untuk perumusan kebijakan dan praktik pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) menuju Visi Indonesia Emas 2045. Pertama, pemerintah dan pemangku kepentingan pendidikan perlu merancang kebijakan yang mendukung peningkatan akses dan kualitas pajanan teknologi pendidikan, terutama bagi kelompok anak yang teridentifikasi dalam klaster 1, mengingat pengaruh positifnya terhadap IQ. Kedua, pentingnya menciptakan iklim belajar sekolah yang kondusif harus menjadi prioritas, karena terbukti berpengaruh



signifikan terhadap IQ maupun EQ. Ketiga, meskipun partisipasi seni dan olahraga menunjukkan pengaruh yang berbeda pada IQ (negatif) dan EQ (positif), perlu dilakukan pendekatan yang seimbang agar tidak mengorbankan salah satu aspek. Edukasi kepada orang tua mengenai pentingnya gizi seimbang dan interaksi berkualitas juga perlu digalakkan, mengingat kontribusinya terhadap IQ dan EQ. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan variabel tambahan seperti *Spiritual Quotient* (SQ) dan faktor kesehatan fisik secara lebih detail, serta menggunakan pendekatan longitudinal untuk memahami perkembangan IQ dan EQ seiring waktu.

## 6. Daftar Pustaka

- Akay, Ö., & Yüksel, G. (2018). Clustering the mixed panel dataset using Gower's distance and k-prototypes algorithms. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 47(10), 3031-3041.
- Ashari, I. F., Nugroho, E., Baraku, R., Yanda, I., & Liwardana, R. (2023). Analysis of elbow, silhouette, Davies-Bouldin, Calinski-Harabasz, and Rand-index evaluation on K-means algorithm for classifying flood-affected areas in Jakarta. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7, 89–97. <https://doi.org/10.30871/jaic.v7i1.4947>
- BSNP. (2020). *Arah Kompetensi Generasi Indonesia Menuju 2045*. BSNP: Jakarta.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic econometrics* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Kim, J. H. (2019). Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean journal of anesthesiology*, 72(6), 558-569. <https://doi.org/10.4097/kja.19087>
- Lestari, A., Oktavia, A., Saputro, E. W. A., Herlin, R., Azlan, N., Afriani, R., ... & Sari, E. P. (2024). *Psikologi Pendidikan*. Widina Media Utama: Bandung.
- Mouneshachari, S., Pande, M. S., & Rao, T. S. (2016, February). EQ and IQ based classification of intelligent index (S-Quotient) using K-means. In *2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC)* (pp. 101-105). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IACC.2016.28>
- Putra, W. P. B., Aissanou, S., Dergal, N. B., & Ayad, A. (2021). Principal component analysis (PCA) in the morphostructure of male Kabylie donkeys (*Equus asinus*), Algeria. *Veterinaria*, 70(2), 197-208.
- Rahman, A., Syaefullah, S., Yuliani, D. P., Jalaludin, S., & Rowi, S. (2024). Menimbang sumber daya manusia dan daya saing global menuju Indonesia Emas 2045. *Jurnal Perlindungan Masyarakat: Bestuur Praesidium*, 1(2), 36-49.
- Rahayu, S. P., Aripin, R. R., & Ahmad, I. S. (2020). Pemodelan regresi multivariat pada penentuan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kesejahteraan di Jawa Tengah. *Jurnal Varian*, 3(2), 125-138. <https://doi.org/10.30812/varian.v3i2.654>





- Rahmati, R. (2021). Analisis Cluster dengan Algoritma K-Means, Fuzzy C-Means dan Hierarchical Clustering (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2019). *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 5(2), 73-80.
- Rosyada, F., & Darmawan, A. (2025). Hubungan Intellegence Quotient (IQ) dan Emotional Quotient (EQ) terhadap hasil belajar pendidikan jasmani. *Indonesian Journal for Physical Education and Sport*, 6(1), 105-113. <https://doi.org/10.15294/inapes.v6i1.21773>
- Smith, I. L. (1972). The eta coefficient in MANOVA. *Multivariate Behavioral Research*, 7(3), 361–372. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0703\\_6](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0703_6)
- Sudarma, U. (2022). Pendidikan karakter dalam mewujudkan sumber daya manusia berdaya saing menuju Indonesia Emas 2045. *Sharia: Jurnal Kajian Islam*, 1(1), 37-55. <https://doi.org/10.59757/sharia.v1i1.4>
- Syahriyah, E. (2024). Mengapa IQ saja tidak cukup? Pentingnya EQ dan SQ di era kompetisi global. *Mauriduna: Journal of Islamic Studies*, 5(2), 687-697. <https://doi.org/10.37274/mauriduna.v5i2.1252>
- Tobin, J., & Zhang, M. (2020). *Clustering of big data with mixed features*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.06043>
- Yeni, L. D. A. (2023). Pengaruh perilaku bullying terhadap kecerdasan emosional (EQ) pada siswa di SDN Betro Mojokerto (Disertasi, Universitas Wijaya Putra).

## 7. Lampiran Syntax

### Link Syntax Pengolahan Data

<https://colab.research.google.com/drive/1nLouQ7bgF2lBPBK9s57NrzOkCk4KD?usp=sharing>

### Link Hasil Klaster

<https://drive.google.com/file/d/1e6CQF13Tud7wcrIY8YBvP3vopNIiI99Q/view?usp=sharing>

